

Desarrollo de geoportal para la gestión de daños en la malla vial del municipio de Itagüí

Santiago Alberto Espinosa Toro

Julián Andrés Martínez Vargas

Trabajo de Grado presentado para optar al título de Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Asesor: Carlos Arturo Castro, Magíster (MSc) en Geoinformática e Ingeniero de Petróleos.



Universidad de San Buenaventura
Facultad de Ingenierías (Medellín)
Especialización en Sistemas de Información Geográfica
Medellín, Colombia
2023

Citar/How to cite	Espinosa Toro & Martínez Vargas. [1]
Referencia/Reference	[1] S. A. Espinosa Toro, J. A. Martínez Vargas, “Desarrollo de geoportal para la gestión de daños en la malla vial del municipio de Itagüí”, Trabajo de grado Especialización en Sistemas de Información Geográfica, Universidad de San Buenaventura, Facultad de Ingenierías, Medellín, 2023.
Estilo/Style: IEEE (2020)	



Especialización en Sistemas de Información Geográfica, Cohorte XXXII.



Repositorio Institucional
www.bibliotecadigital.usb.edu.co

Bibliotecas Universidad de San Buenaventura

Biblioteca Fray Alberto Montealegre O.F.M. - Bogotá.
 Biblioteca Fray Arturo Calle Restrepo O.F.M. - Medellín, Bello, Armenia, Ibagué.
 Departamento de Biblioteca - Cali.
 Biblioteca Central Fray Antonio de Marchena – Cartagena.

Universidad de San Buenaventura Colombia - www.usb.edu.co

Bogotá - www.usbbog.edu.co
 Medellín - www.usbmed.edu.co
 Cali - www.usbcali.edu.co
 Cartagena - www.usbctg.edu.co
 Editorial Bonaventuriana - www.editorialbonaventuriana.usb.edu.co
 Revistas científicas – www.revistas.usb.edu.co

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo de grado a nuestros padres, quienes han sido el mayor apoyo a lo largo de esta etapa académica. Finalmente, dedicamos este producto a todos aquellos que, de alguna manera, han contribuido a nuestro crecimiento académico y personal. Su apoyo ha sido fundamental para alcanzar esta meta y les estamos sinceramente agradecidos.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos los profesores de la especialización que contribuyeron al éxito de este trabajo de grado. Especialmente a nuestro asesor, el Profesor Carlos Arturo Castro, por su orientación experta, dedicación y apoyo constante a lo largo de este proceso. Sus conocimientos y comentarios han sido invaluable para el desarrollo de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	9
ABSTRACT	10
I INTRODUCCIÓN.....	11
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
III. JUSTIFICACIÓN.....	15
IV. OBJETIVOS	16
A. Objetivo general	16
B. Objetivos específicos	16
V. MARCO TEÓRICO	17
A. Antecedentes	23
1) WebGIS Como Herramienta de Soporte para la Planificación Agropecuaria en Fincas de la Región Andina en Colombia.[2]	23
a) “Etapa I, implica recopilar y unificar información espacial y alfanumérica sobre las propiedades involucradas en el proyecto”. [4, p. 14]	24
b) Etapa II, Crear y establecer una plataforma de WebGIS, fundamentada en la naturaleza de los datos recopilados y en las necesidades de búsqueda que los propietarios de las fincas asociadas. [4, p. 15].....	24
c) Etapa III, Poner en funcionamiento el WebGIS con el propósito de que los agricultores en el área de Alto San Juan, específicamente en Belén de Umbría, puedan acceder a él [4, p. 16].....	24
2) Apoyo Y Soporte Técnico En La Construcción De Un Geoportal Para La Fundación Proaves Colombia.	25
a) “Fase 1. Obtención información requerida.” [20, p. 23].....	27
b) “Fase 2. Verificación y depuración de la información” [20 p. 24]	28
c) Fase 3. Generación de la base de datos [20, p. 24]	28
VI. METODOLOGÍA	31
A. Descripción de la metodología	31

1) Fase I: Datos	32
2) Fase II: Desarrollo	32
3) Fase III: Implementación.....	32
B. Arquitectura de software	33
C. Patrón modelo-vista-controlador (MVC)	33
VII. RESULTADOS	36
A. Caracterizar el modelo de geodatos del GEOPORTAL.....	36
B. Especificar requisitos funcionales y no funcionales para determinar una arquitectura de software adecuada para el GEOPORTAL.....	42
1) Requisitos funcionales.....	42
2) Requisitos no funcionales.....	43
C. Diseñar una arquitectura de datos geográfica que cumpla con los requerimientos de usuario, estándares de calidad y precisión requeridos.	44
1) Flujo de trabajo metodológico para las fases de construcción de un GEOPORTAL.....	45
a) Etapa 1: Datos	46
b) Etapa 2: Procesamiento de Datos.....	47
c) Etapa 3: Publicación.....	49
D. Desarrollar un aplicativo WEBGIS por prototipos de acuerdo a los requisitos especificados.	53
1) Prototipo 1. Herramienta Qgis2web	54
2) Prototipo 2. Proyecto Plantilla Profesor Carlos Castro	55
3) Prototipo 3. Desarrollo Propio Basado en Reciclaje de Código.....	56
E. Verificar y validar el funcionamiento del GEOPORTAL mediante la aplicación de pruebas funcionales para garantizar el cumplimiento de los requisitos funcionales.	58
VIII. CONCLUSIONES.....	63
REFERENCIAS	64

LISTA DE TABLAS

TABLA I VARIABLES, DATOS O GEODATOS DE ENTRADA.....	32
TABLA II RESULTADO: MAPAS, TABLAS, GRÁFICOS	33
TABLA III HERRAMIENTAS	34
TABLA IV METODOLOGIA.....	35
TABLA V USUARIOS.....	36

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Icono PostgreSQL.....	16
Fig. 2. Icono de QGIS. Fuente	16
Fig. 3. Icono de Bootstrap.....	16
Fig. 4. . Icono de Bootstrap.....	17
Fig. 5.. Icono de Leaflet.	17
Fig. 6. Esquema metodológico.....	18
Fig. 7. Página de inicio del Geoportal	22
Fig. 8. Página de inicio del Geoportal.....	23
Fig. 9. Formato de datos de campo usado por IBAL	24
Fig. 10. Campos de La base de datos	25
Fig.11. Vista de fuga de la ciudad de Ibagué	26
Fig. 12. Puntos recolectados en colector	26
Fig. 13. Diagrama de Flujo Metodológico.....	27
Fig. 14.Arquitectura de Software Modelo-Vista-Control	30
Fig. 15. Diagrama de despliegue de la aplicación.....	39
Fig. 16. Formulación de una estrategia metodológica para la construcción del GEOPORTAL....	40
Fig. 17. Etapa 1. Datos, Flujo de Trabajo.	41
Fig. 18. Capas generadas en Qgis para exportar con la aplicación Qgis2web.	42
Fig. 19. Diseño de Interfaz Gráfica del Geoportal.	42
Fig. 20. Etapa 2. Procesamiento de Datos, Flujo de Trabajo.	43
Fig. 21. Etapa 3. Publicación, Flujo de Trabajo.....	44
Fig. 22.Ejecución del sitio Web Usando XAMPP	45
Fig. 23.Alojamiento de la GDB (mallavial_db) en Alwaysdata.	46

Fig. 24. Panel de Control de Hostinger	47
Fig. 25. Salida Grafica Generada con la Herramienta Qgis2web.	49
Fig. 26. Geovisor del Proyecto Plantilla. Carlos Castro.....	50
Fig. 27. Geoportal para la Gestión de Daños en la Malla Vial del Municipio de Itagüí	51
Fig. 28. Mapa de Leafleft.....	53
Fig. 29. Control de Busqueda.....	53
Fig. 30. Capas.....	54
Fig. 31 .Botón Geolocalización.....	54
Fig. 32.Control de Acceso al Sitio	55
Fig. 33.Control de Usuarios	55

RESUMEN

La mall vial constituye el componente central del sistema de transporte que sustenta la movilidad en un determinado territorio. El cuidado y mantenimiento de esta infraestructura representa una gran prioridad para las autoridades encargadas de su gestión, ya que representa un recurso invaluable para la economía del territorio donde se encuentra. En muchas partes del país, se puede evidenciar la falta de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que agilicen y fortalezcan el seguimiento de las acciones destinadas a reparar los daños en la malla vial. Por consiguiente, se plantea la creación de un GEOPORTAL basado en una arquitectura de software, cuyo propósito principal es mejorar la organización y el acceso a la información, así como reforzar la administración y coordinación de las intervenciones viales en el municipio de Itagüí.

El flujo metodológico definido para la elaboración de esta propuesta comprende tres etapas que abarcan la descripción de los datos iniciales a usar, el almacenamiento de la base de datos geográfica, el desarrollo y diseño de prototipos, la programación, el ajuste y la publicación, y, finalmente, la validación y comprobación del funcionamiento por parte del cliente final.

Una vez culminado todo el procedimiento en busca de una solución al problema de investigación, se logra alcanzar como producto final un sitio web o dirección URL alojada en un servidor web de tipo hosting. Este portal permite un acceso libre y gratuito tanto para el cliente como para el usuario final, quienes tendrán a su disposición todas las funciones y herramientas disponibles en el sistema de información geográfica en línea (WebGIS), y su relación con los datos geoespaciales al interactuar con el servicio de consulta y visualización.

***Palabras clave:* geoportal, webgis, malla vial, geodatos.**

ABSTRACT

The road network constitutes the central component of the transportation system that supports mobility within a specific territory. The care and maintenance of this infrastructure represent a high priority for the authorities responsible for its management, as it is an invaluable resource for the economy of the area where it is located. In many parts of the country, the lack of Geographic Information Systems (GIS) tools to streamline and strengthen the monitoring of actions aimed at repairing damage to the road network can be observed. Consequently, the creation of a GEOPORTAL based on a software architecture is proposed, whose main purpose is to improve information organization and access, as well as reinforce the management and coordination of road interventions in the municipality of Itagüí.

The defined methodological flow for the development of this proposal encompasses three stages that include the description of initial data to be used, the storage of the geographic database, the development and design of prototypes, programming, adjustment and publication, and finally, validation and verification of functionality by the end client.

Once the entire procedure in search of a solution to the research problem is completed, the final product is a website or URL hosted on a web hosting server. This portal allows free and open access for both the client and the end user, who will have access to all the functions and tools available in the online geographic information system (WebGIS) and its interaction with geospatial data when using the query and visualization service.

***Keywords:* geoportal, webgis, road network, geodata.**

I INTRODUCCIÓN

El sistema de transporte y su infraestructura vial desempeñan un papel crucial en el desarrollo y la movilidad de cualquier región. La red de carreteras, en particular, actúa como un tejido conectando ciudades, comunidades y áreas geográficas, siendo esencial para el avance económico y social. En este contexto, el mantenimiento y la gestión efectiva de esta infraestructura se convierten en una prioridad indiscutible para las autoridades locales responsables de su administración.

Este estudio se concentra en los desafíos que enfrenta el municipio de Itagüí, ubicado en Antioquia, Colombia, donde un rápido crecimiento urbano y un continuo flujo de vehículos han llevado a un notorio deterioro de su red vial. Itagüí, además de ser un punto estratégico para el desarrollo inmobiliario, funciona como un punto de paso necesario para los municipios vecinos, lo que ha incrementado significativamente tanto la frecuencia como la gravedad de los daños en sus carreteras. Esta situación ha tenido un impacto adverso en la movilidad de la ciudad y en la calidad de vida de sus habitantes.

A pesar de los esfuerzos realizados en los últimos años para recopilar información sobre la red vial, se han detectado fallos considerables en la captura y estandarización de los datos recolectados. La obtención de estos datos se realiza manualmente, a través de inspecciones y visitas de campo, y se registra en documentos impresos. Esta metodología presenta desafíos notables en términos de eficacia y precisión.

En respuesta a estas dificultades, se propone la implementación de un GEOPORTAL basado en una arquitectura de software que tiene como objetivo mejorar la gestión de la red vial en Itagüí. Este GEOPORTAL se plantea como una solución completa que simplificaría la obtención de datos en el terreno, la georreferenciación de la información, la toma de decisiones relacionadas con las intervenciones necesarias y la coordinación entre las entidades responsables de las reparaciones viales. Además, este sistema centralizado mejoraría la comunicación y la transparencia en la gestión de los daños en las carreteras, fomentando una mayor rendición de cuentas.

En síntesis, este trabajo se orienta hacia la implementación de un GEOPORTAL como respuesta a los desafíos presentes en la gestión de la malla vial de Itagüí. Esta solución busca

mejorar la calidad de vida de los habitantes y la movilidad en la ciudad al optimizar la recolección de datos, la georreferenciación, la toma de decisiones y el seguimiento de las intervenciones viales.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos 18 años, el municipio de Itagüí ha experimentado un crecimiento urbanístico y poblacional significativo, impulsado por la presencia de grandes constructoras que han identificado a la ciudad como un punto estratégico para el desarrollo de proyectos inmobiliarios. Este crecimiento ha generado la necesidad de construir grandes corredores viales con el objetivo de optimizar el desplazamiento de vehículos y peatones en la zona.

No obstante, a día de hoy, la ciudad se enfrenta al desafío de contar con una malla vial que se encuentra en un estado medianamente deteriorado debido al crecimiento acelerado y al intenso tráfico vehicular que caracteriza a la ciudad. Itagüí sirve como una ruta de paso obligada para los municipios vecinos, lo que ha provocado un aumento significativo tanto en la frecuencia como en la severidad de los daños en la malla vial. Estos problemas han tenido un impacto negativo en la movilidad de la ciudad y en la calidad de vida de sus habitantes.

A lo largo de los últimos años, el municipio ha logrado recopilar una mayor cantidad de información espacial relacionada con la malla vial. Sin embargo, esta información presenta numerosos errores que se originan en la captura y estandarización de los datos recolectados. La recolección de dichos datos constituye una de las actividades más valiosas y, a su vez, una de las principales problemáticas presentes en el municipio. En la actualidad, esta tarea se lleva a cabo de manera artesanal, donde un técnico realiza inspecciones y visitas de campo para identificar los daños presentes en el pavimento. Además, toda esta recolección de datos se genera manualmente en cartillas.

En concordancia con lo mencionado anteriormente, el municipio carece de una herramienta que pueda optimizar tanto la adquisición de información en terreno, tal como la georreferenciación de los mismos. Asimismo, se necesita una herramienta que facilite la toma de decisiones y el seguimiento de las intervenciones en la malla vial.

En respuesta a estas necesidades, se plantea la implementación de un sistema GEOPORTAL que permita mejorar la gestión de la malla vial en Itagüí. Este proporcionaría una plataforma para optimizar la recolección de datos en campo, la georreferenciación de la información y la toma de decisiones en relación a las intervenciones necesarias. Al contar con esta herramienta, se podrían identificar y priorizar las áreas que requieren reparación en la malla vial, programar las

intervenciones de manera más eficiente y mejorar la coordinación entre las diferentes entidades encargadas de las reparaciones.

Además, el *GEOPORTAL* facilitaría la comunicación y coordinación entre los actores involucrados en la gestión de la malla vial, al proporcionar una plataforma centralizada donde se podrían registrar los avances y el estado de las reparaciones. Esto permitiría una mayor transparencia y rendición de cuentas en la gestión de los daños viales.

En conclusión, la implementación de un *GEOPORTAL* en el municipio de Itagüí se presenta como una solución integral para mejorar la gestión de la malla vial. Esta herramienta permitiría optimizar la recolección de datos, la georreferenciación, la toma de decisiones y el seguimiento de las intervenciones, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los habitantes y la movilidad en la ciudad.

III. JUSTIFICACIÓN

El uso de nuevas tecnologías para la puesta en marcha de procesos en los diferentes sectores del país permite una óptima ejecución de las funciones, asegurando la calidad y la eficiencia de los productos, un claro ejemplo de esto es el desarrollo de herramientas para la visualización de mapas interactivos que están disponibles para cualquier persona con conexión a internet, con el propósito de realizar consultas en tiempo real y que ayude en la toma de decisiones.

Una vez identificada la problemática en el municipio de Itagüí, y como respuesta a la necesidad de desarrollar una herramienta que ayude, fortalezca y agilice el seguimiento de las intervenciones de daños en la malla vial, por lo cual un GEOPORTAL podría ayudar a mejorar la gestión y coordinación de las intervenciones en las vías, Este a su vez proporcionaría un servicio en línea donde se puede almacenar datos, generar consultas, georreferenciar los daños, de manera que permitiría identificar y priorizar las áreas de reparación y programar las intervenciones de manera más eficiente.

A su vez, el GEOPORTAL podría ser una herramienta útil para mejorar la comunicación y coordinación entre diferentes entidades encargadas de la reparación de daños en la malla vial. El sistema proporcionaría una plataforma centralizada donde se pueden registrar los avances y el estado de las reparaciones, lo que mejora la transparencia y la rendición de cuentas en la gestión de los daños viales. De esta forma la implementación de esta herramienta se ajusta a la realidad de una problemática actual que beneficia al municipio de Itagüí en su misión de mejorar las condiciones de movilidad en términos de equidad, seguridad y accesibilidad de todos sus habitantes.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Desarrollar un *GEOPORTAL* que mejore el acceso a la información de los geodatos sobre daños en la malla del municipio de Itagüí y permita el apoyo a los procesos de gestión.

B. Objetivos específicos

- Caracterizar el modelo de geodatos del *GEOPORTAL* que permita una eficiente gestión y administración.
- Especificar requisitos funcionales y no funcionales para determinar una arquitectura de software adecuada para el *GEOPORTAL*.
- Diseñar una arquitectura de datos geográfica que cumpla con los requerimientos de usuario, estándares de calidad y precisión requeridos.
- Desarrollar un aplicativo *WEBGIS* por prototipos de acuerdo a los requisitos especificados.
- Verificar y validar el funcionamiento del *GEOPORTAL* mediante la aplicación de pruebas funcionales para garantizar el cumplimiento de los requisitos funcionales y no funcionales.

V. MARCO TEÓRICO

La infraestructura es un elemento clave para el desarrollo y crecimiento económico de una región, por lo que es importante que esté en buenas condiciones y funcione de manera adecuada. “En Colombia, la infraestructura vial es responsabilidad de entidades públicas que utilizan herramientas metodológicas para garantizar a los usuarios una red vial segura, cómoda y económica.”[1, p. 3]

La preservación de esta infraestructura es crucial para las entidades responsables, ya que es esencial para la economía a local. La adecuada administración de la Red Vial, fundamental para el transporte terrestre y la movilidad en una región [2], implica una planificación estratégica y mantenimiento preciso para su óptimo funcionamiento, que incluye la identificación de necesidades, priorización de acciones y eficiente uso de recursos.

Mediante la adecuada proyección, formulación y adopción del mantenimiento vial, se asegura un óptimo estado de las vías a lo largo del tiempo, brindando la seguridad y comodidad necesarias para su utilización, lo que resulta en menores gastos y menos intervenciones requeridas. La construcción de una sólida base de datos a través de los Sistemas de Información Geográfica, que engloban tecnología, individuos e información geográfica, tiene como primordial cometido capturar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados [3]. En consecuencia, se logra contar con datos precisos y estructurados, ya que esta se erige como la herramienta de mayor utilidad en la toma de decisiones. En síntesis, todo esto culmina en un incremento de confiabilidad y credibilidad por parte de las entidades gubernamentales encargadas [3].

Para recopilar, almacenar y visualizar los datos georreferenciados, relacionados con los daños en la malla vial los cuales serían grietas, deformaciones y huecos; se debe recurrir al uso del concepto de WebGIS, el cual en un sentido técnico se define como una herramienta que nos permite trabajar con información geográfica a través de aplicaciones, las cuales utilizan servicios web que presentan datos que, permiten visualizar mapas, realizar análisis espacio, editar datos en campo, y muchos más [2]. Por medio de un visor geográfico que sirva como herramienta principal de un Geoportel para permitir el manejo de la información Geográfica y la utilización de servicios en línea o Geoservicios como despliegue, edición, análisis, filtros, entre otros [3]. A su vez este ayudaría en el seguimiento y gestión de daños en la malla vial, ofreciendo funciones avanzadas

como análisis espacial y temporal, predicción de daños y la capacidad de generar alertas y notificaciones en tiempo real para la toma de decisiones de forma más eficiente.

Por tanto, se describen a continuación los conceptos y herramientas más importantes para la creación de un Geoportal como herramienta a utilizar por un usuario final, contando con una serie de componentes que permiten su correcto funcionamiento, como lo son:

Geodatabase

Es una disposición de conjuntos de datos (tablas) que permite a un sistema administrar (Access, Oracle, Microsoft SQL Server) almacenar información geográfica de interés para uno o más usuarios, ya sea en ficheros o en una colección de tablas. [3]

Aplicación Móvil

Es un tipo de aplicación diseñada para su uso en dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes o tablets, también conocida como app móvil. Esta app son pequeñas aplicaciones de software con funcionalidad limitadas que sirven para proporcionar a los usuarios algunos servicios. [4]

Software

Desarrollar un Geoportal requiere compilar una gran cantidad de software, Porque para cumplir con las diferentes funciones a realizar, es poco probable que una sola pieza de software cumpla o satisfaga todas las necesidades. Surgiendo como interés el uso de un software gratuito y de código abierto. [5]

Software libre

Este programa, en conformidad con la libertad de los usuarios y la comunidad, garantiza que los usuarios tengan la autonomía para emplear, copiar, distribuir, estudiar, modificar y perfeccionar el software. de manera libre y sin restricciones. Esto permite a los usuarios utilizar el software de acuerdo a sus necesidades y preferencias. [6]

PostgreSQL

Se trata de un sistema de administración de datos objeto-relacional, liberado bajo licencia BSD y acompañado de su código fuente disponible en forma abierta, estableciéndolo como el sistema de gestión de datos de mayor potencia dentro del ámbito de software libre.[7]



Fig. 1. Icono PostgreSQL:

Nota: fuente, <https://bit.ly/458JsdM>

QGIS

“Es un Proyecto de Código Abierto, que soporta numerosos formatos y funcionalidades de datos vector, datos ráster y bases de datos” [8]



Fig. 2. Icono de QGIS.

Nota: fuente, <http://www.qgis.org/es/site>

XAMPP

XAMPP es una distribución que combina varias aplicaciones en un solo conjunto, y es una opción común para configurar un servidor web de manera rápida. [9]



Fig. 3. Icono de XAMPP.

Nota: Fuente, <https://rb.gy/ue8ys>

Open Source (Código Abierto)

El software de código abierto es aquel que está diseñado de manera que sea accesible al público en general. Esto significa que los usuarios tienen la libertad de ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software [10]. En lugar de depender de un único autor o empresa, su creación y evolución se basa en la revisión y contribución de la comunidad de usuarios y desarrolladores. Esta colaboración fomenta la diversidad de perspectivas, la corrección de errores y la implementación de nuevas funcionalidades. [11]

Bootstrap

Bootstrap se presenta como un conjunto versátil de herramientas de código abierto, con aplicabilidad en diversas plataformas, diseñado para potenciar la creación de sitios web y aplicaciones con un enfoque original y personalizado. [12].



Fig. 4. Icono de Bootstrap.

Nota: Fuente, <https://getbootstrap.com/>

Chart.js

Herramienta de código abierto y enmarcada en el ámbito JavaScript, se erige como una solución de primera línea para la representación visual de datos. [13]



Fig. 5. Icono de Bootstrap.

Nota: Fuente, <https://www.chartjs.org/>

Leaflet

Es la principal biblioteca JavaScript de código abierto para mapas interactivos compatibles con dispositivos móviles, tiene todas las características de mapeo que la mayoría de los desarrolladores necesitan [14], además es compatible con las principales plataformas móviles y de escritorio y es eficiente en su funcionamiento. También se puede personalizar con la instalación de diversos complementos. [15]



Fig. 5. Icono de Leaflet.

Nota: Fuente, <https://leafletjs.com/docs/images/logo.png>

Lenguajes de programación

Un lenguaje de programación opera como un conjunto de instrucciones que facilita la interacción entre humanos y computadoras. A través de algoritmos e indicaciones con una sintaxis particular, se establece un canal para transmitir directivas a la computadora, que las interpreta y ejecuta en su lenguaje de máquina. Estos lenguajes son herramientas esenciales que permiten a las computadoras procesar enormes cantidades de información de manera altamente eficiente, el procesamiento de gran cantidad de datos podría llevarle mucho tiempo y podría cometer errores. En cambio, si se utiliza un lenguaje de programación para dar la misma instrucción a una computadora, se puede obtener la respuesta en segundos y sin errores[16] .

HTML

Nos encontramos con el lenguaje que da forma al contenido de las páginas web. En esencia, consiste en “un conjunto de etiquetas diseñadas para definir el texto y otros componentes que construirán una página web, incluyendo imágenes, listas y vídeos” [17].

PHP

PHP destaca como un lenguaje de programación de código abierto de gran arraigo en el desarrollo web. Su funcionamiento se concentra en el servidor, donde el código PHP es procesado antes de que el resultado sea remitido al navegador del usuario. Este enfoque posibilita la creación de contenido dinámico, la interacción con bases de datos, la administración de formularios, el establecimiento de sesiones y una amplia gama de funciones en el ámbito del servidor. [18]

JavaScript (JS)

JavaScript es un lenguaje de programación utilizado en el desarrollo web para crear contenido interactivo y dinámico. Permite la manipulación del contenido de la página, la respuesta a eventos del usuario y la comunicación con el servidor. Es compatible con todos los principales navegadores web y ha encontrado aplicaciones en otras áreas de desarrollo de software. [19]

A. Antecedentes

1) *WebGIS Como Herramienta de Soporte para la Planificación Agropecuaria en Fincas de la Región Andina en Colombia.*[2]

El objetivo de este trabajo es proporcionar a los productores de café del municipio de Belén de Umbría en Risaralda acceso a información geográfica a través de una plataforma web fácil de usar. La información se recopila mediante una aplicación en línea y un panel de control que permite a las comunidades gestionar la información de manera simple y accesible para cualquier usuario. [4, p. 6]

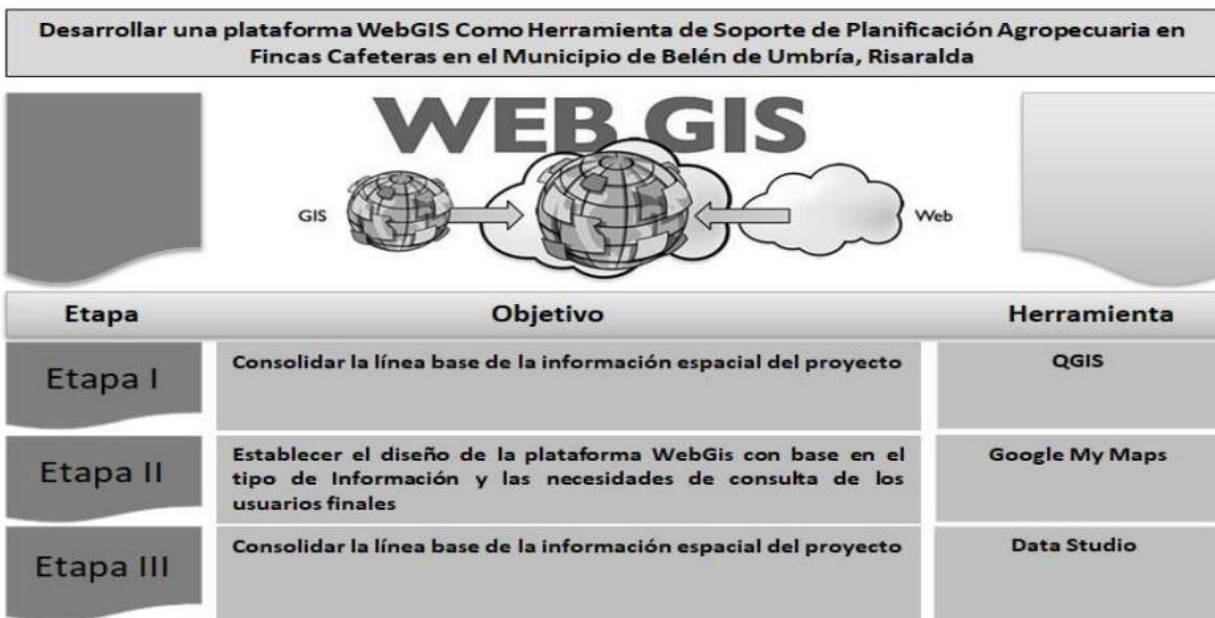


Fig 6. Esquema metodológico Tomado de: [4, p. 17]

Como se presenta en la tabla resumen anterior el proceso tiene 3 etapas en el desarrollo de una plataforma WebGIS.

- **Metodología desarrollo objetivo específico**

a) “Etapa I, implica recopilar y unificar información espacial y alfanumérica sobre las propiedades involucradas en el proyecto”. [4]

Los datos combinados de carácter espacial y alfanumérico, aportados por el colectivo del proyecto, se encuentran en variados formatos que abarcan shapefile, KML y Excel. Estos formatos, ampliamente empleados en aplicaciones como ArcGIS, Google Maps y Google Earth, permiten plasmar datos geo-referenciados. La componente espacial se enlaza con el “sistema Magna Sirgas, de referencia para Colombia, con enfoque en el municipio de Belén de Umbría, localizado en el occidente colombiano, en el departamento de Risaralda.” [4, p. 14]

b) Etapa II, Crear y establecer una plataforma de WebGIS, fundamentada en la naturaleza de los datos recopilados y en las necesidades de búsqueda que los propietarios de las fincas asociadas. [4]

El WebGIS del proyecto está diseñado para ser utilizado tanto por el equipo técnico científico como por “los dueños de predios y la asociación de productores del Municipio de Belén de Umbría . Para garantizar una experiencia de usuario óptima, se ha desarrollado un ambiente de visualización ágil, rápido y de fácil manejo. Además, el sistema es multiplataforma” [4, p. 15], lo que permite su uso en dispositivos móviles, tabletas y celulares. También se ha implementado un diseño adaptativo y responsivo para mejorar la usabilidad y la experiencia del usuario final. Por último, el sistema está diseñado de manera que pueda ser replicado y actualizado de manera sencilla gracias al uso de sistemas de código abierto y libre. [4]

c) Etapa III, Poner en funcionamiento el WebGIS con el propósito de que los agricultores en el área de Alto San Juan, específicamente en Belén de Umbría, puedan acceder a él [4, p. 16]

El propósito de este proyecto radica en concebir una estructura web en HTML5 que englobe elementos como menús desplegables adaptables y un tablero de mando para ejecutar búsquedas en la base de datos, extrayendo resultados visuales de manera expedita y directa. Esta infraestructura también simplificará la exploración de mapas en línea, permitiendo su visualización y análisis sin requerir instalaciones suplementarias. Las herramientas movilizadas en esta iniciativa comprenden QGIS, Google My Maps y Google Data Studio. [4]

2) Apoyo Y Soporte Técnico En La Construcción De Un Geoportál Para La Fundación Proaves Colombia.

Para el presente estudio se realizó y para el diseño del sitio Web se realizó la descarga de una plantilla de web en la dirección electrónica www.cablecreativo.com que incluía archivos de estilos y código JavaScript necesarios para su funcionamiento. La licencia de esta plantilla permite su uso en publicación o edición siempre y cuando se le dé crédito al autor original. Se realizó una edición de los archivos HTML se realizó utilizando el programa Brackets, que es de licencia gratuita [7]



Fig. 7. Página de inicio del Geoportál Tomado de [7, p. 45]

Geovisor

Es la sección principal del Geoportal de la Fundación ProAves de Colombia, donde se muestra toda la información espacial, ambiental y estadística de la organización. Cuenta con un banner que facilita la navegación por las otras páginas del portal [7]

El Geo visor fue desarrollado utilizando HTML, JavaScript y OpenLayers. Dentro de él se incluyó una herramienta para seleccionar las capas a visualizar, un control de zoom, una escala gráfica, coordenadas del puntero en el mapa, una función para ampliar el área visible del mapa y un identificador que proporciona información sobre la capa o elemento seleccionado. A continuación, se muestra un fragmento del código utilizado para crear el Geovisor. Todo visualizador creado con OpenLayers tiene como componente principal una variable llamada "mapa" que se agrega a la página a través de un elemento HTML <div> que lo contiene [7].

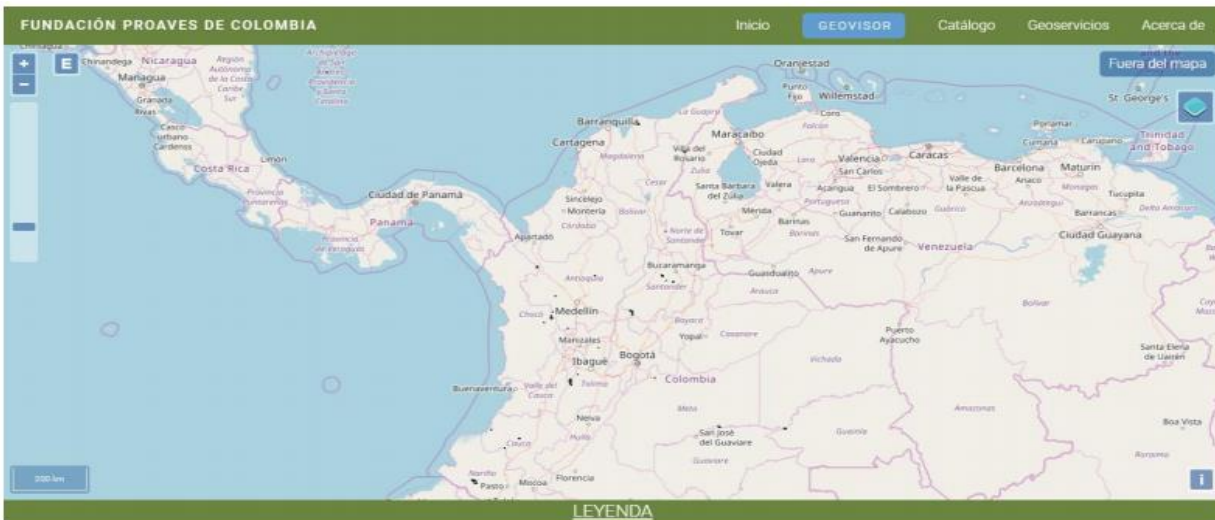


Fig. 8. Página de inicio del Geoportal Tomado de [7, p.48]

“Sistema de información geográfica aplicada a la localización y análisis de fugas de agua potable en las redes de los usuarios de la empresa Ibal en la ciudad de Ibagué.” [20]

El municipio de Ibagué cuenta con la empresa pública llamada Ibaguereña de Acueducto y Alcantarillado (IBAL), encargada de administrar los servicios de agua potable. La empresa debe reparar fugas entre 25 y 30 veces al día, y el 77% de estas fugas se producen en conexiones domiciliarias propiedad de los usuarios. Sin embargo, la empresa no mantiene un registro adecuado de estas reparaciones y no realiza un mantenimiento preventivo adecuado. Si se conocieran las “zonas donde se producen la mayoría de las fugas, se podrían realizar cambios en la red para evitar

b) *“Fase 2. Verificación y depuración de la información” [20 p. 24]*

Verificación y normalización de datos en tablas Excel fue el proceso de examinar los datos para asegurarse de que sean precisos y consistentes, y de organizarlos de manera estandarizada para facilitar su uso y análisis. [20]

Geocodificación

Se otorgaron coordenadas a los datos de una hoja de Excel utilizando detalles de ubicación, pero una revisión posterior reveló que alrededor del 30% de los datos presentaban errores., por lo que fue necesario revisarlos punto por punto para corregir su posición geográfica [20]

c) *Fase 3. Generación de la base de datos [20]*

Se generó una base de datos que permitiera compilar los datos físicos, por tanto, se procedió realizar una GDB con dominios que no tuvieran cambios a largo plazo presente [20]. “Se definieron 21 campos para la recolección y alimentación de la base de datos, luego de revisar detenidamente la información existente” [20, p. 25]. se consideraron los siguientes datos:

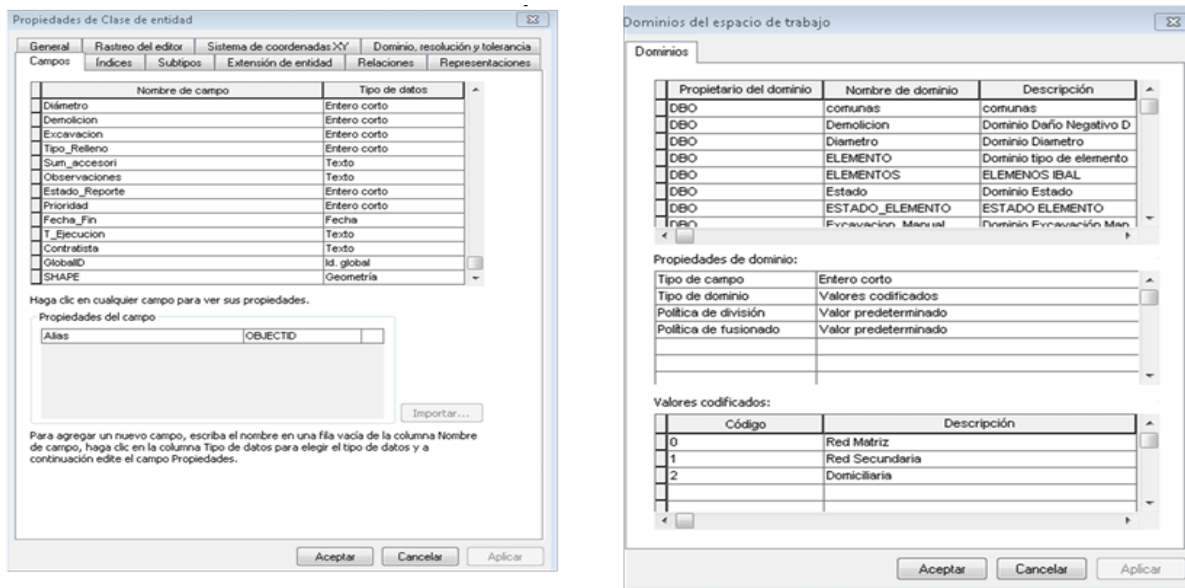


Fig. 10. Campos de La base de datos Tomado [20, p. 26]

Análisis de los datos

Con la información final se procedió hacer un análisis enfocado en los objetivos de Establecer una relación entre la frecuencia de fugas en el sistema y la estratificación de las distintas zonas de la ciudad, en las que la empresa IBAL presta servicio, constituye un objetivo. Además, se pretende identificar la zona específica de la urbe en la que se registra la mayor concentración de fugas. [20]

Salidas gráficas y Visor

Después de crear y activar la base de datos, se cargaron los datos en ArcGIS Online para aprovechar la herramienta Collector y sus capacidades en línea, que se utilizará para recolectar datos en campo. Esto nos permitirá tener una base de datos actualizada y precisa para el análisis y la toma de decisiones [20]

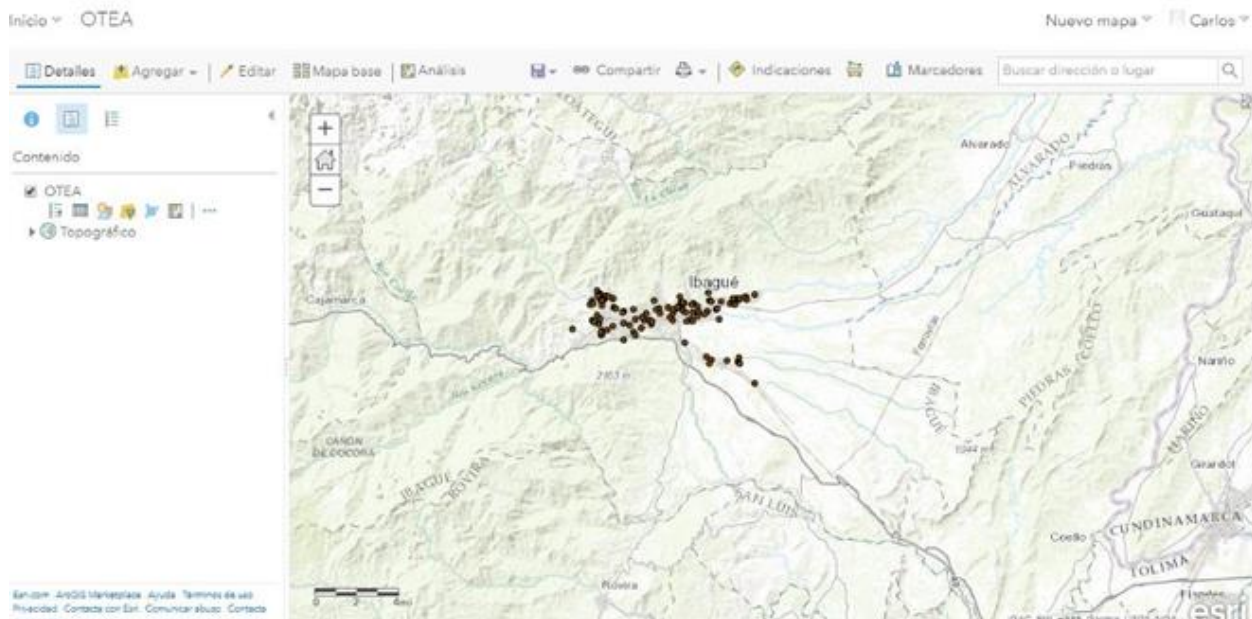


Fig. 11. Vista de fuga de la ciudad de Ibagué [14, p. 27]

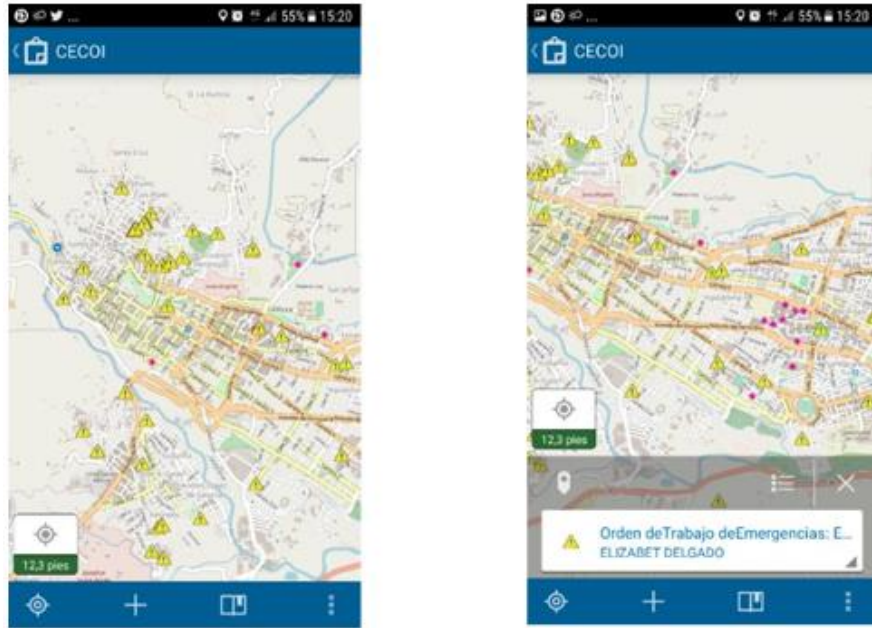


Fig. 12. Puntos recolectados en colector Tomado de: [20, p. 30]

VI. METODOLOGÍA

A. Descripción de la metodología

Siguiendo la formulación del problema y la pregunta de investigación, se propone el siguiente diagrama de flujo que detalla la metodología a emplear en la elaboración y consecución del objeto de estudio

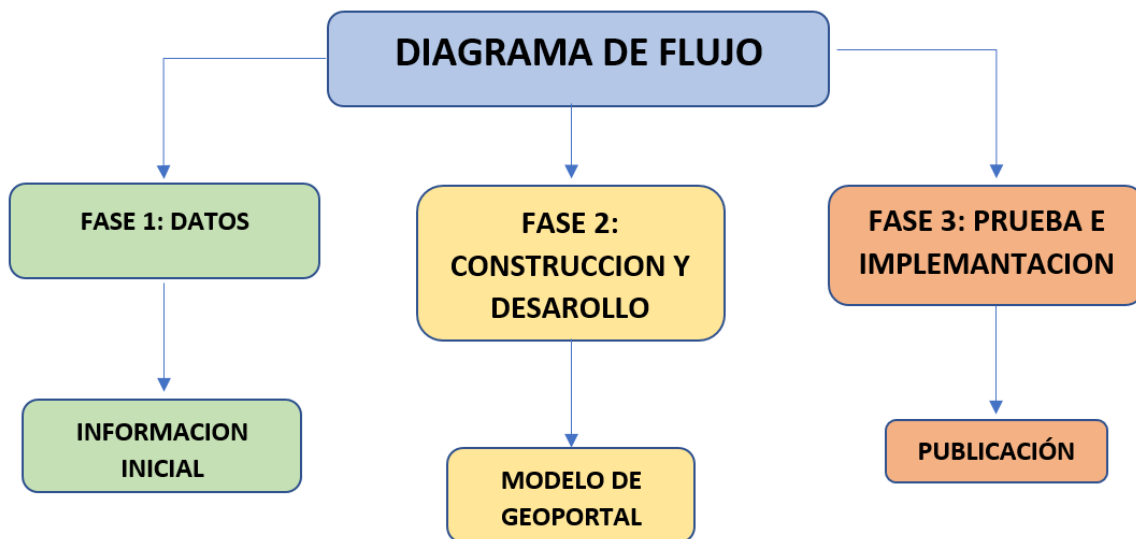


Fig. 13. Diagrama de Flujo Metodológico. Construcción Propia.

Este diagrama está enfocado al GEOPORTAL y define la propuesta de desarrollo del mismo. Mediante la utilización de sistemas de información geográfica y con un enfoque central en la sistematización del proceso de georreferenciación, se busca lograr la integración de ambos elementos de manera efectiva, visualización e intervención de los daños en la malla vial.

El proyecto "Desarrollo de Geoportal para la gestión de Daños en la Malla Vial del Municipio de Itagüí" comprende la determinación de las fases requeridas para ejecución del Proyecto que se describen a continuación, esta información se construyó a partir del análisis realizado en los proyectos antecedentes.

1) Fase I: Datos

Es la etapa en la que se lleva a cabo el análisis y estudio de los antecedentes del proyecto para entender el proceso de creación del *GEOPORTAL*. También se recopila y analiza la información necesaria para identificar el estado actual de la malla vial. Esta fase es fundamental para establecer los requisitos y objetivos del proyecto y para definir la estructura y el contenido del *GEOPORTAL*. También es necesario determinar la información esencial que se mostrará y se podrá consultar. Esta información se encuentra en formato Shapefile, que abarca datos vectoriales como puntos, polígonos, líneas y ráster. Estos datos están asociados con una tabla de atributos y tienen definido su sistema de coordenadas.

2) Fase II: Desarrollo

Consiste en procesar y consolidar los datos limpios y actualizados sobre el estado de las vías para crear un modelo de base de datos geográfica (GDB). Además, se lleva a cabo el desarrollo y diseño de la aplicación, mediante el uso de software libre, como es la herramienta QGIS que se emplea para visualizar y editar datos geográficos, mientras que sus complementos permiten exportar información a la web y generar un código HTML. Una vez se obtiene el código se puede editar el mismo usando un editor de código fuente, para eliminar o agregar características específicas. Asimismo, se usan bibliotecas de herramientas de código abierto para complementar el código sin necesidad de ser programadores.

3) Fase III: Implementación

Hace referencia a la publicación por medio de un servidor web de la información ya diseñada y programada, la cual estará contenida en el aplicativo *GEOPORTAL*, que permitiría acceder a los geodatos por medio de un servidor virtual de acceso libre, el cual deberá almacenar y controlar los archivos en línea con total disponibilidad de los recursos compartidos y publicados.

Para cumplir a cabalidad con lo anterior se debe resolver el servidor o nube en el cual se va a publicar el producto, se debe definir un usuario y contraseña y por último se debe realizar la publicación en la Web.

B. Arquitectura de software

Hace referencia a la planificación que se fundamenta en modelos, estructuras y conceptos abstractos en el proceso de desarrollar software de cierta complejidad, como etapa preliminar a su implementación. De este modo, se obtiene una guía teórica que proporciona una comprensión de cómo cada componente de nuestro producto o servicio se integrará de manera coherente a nuestro producto.[21]

Dicha arquitectura apunta a una estructura primordial en un software. Definiendo el diseño de los principales componentes del sistema, responsabilidades de cada uno, las relaciones entre ellos, y los principios y guías que los rigen o administran.

C. Patrón modelo-vista-controlador (MVC)

El patrón modelo-vista-controlador es la arquitectura de software elegida para realizar el *GEOPORTAL* para la Gestión de Daños en la Malla Vial del municipio de Itagüí, siendo este una propuesta de arquitectura en la cual “se separa el código por sus distintas responsabilidades, manteniendo distintas capas que se encargan de hacer una tarea muy concreta, lo que ofrece beneficios diversos. Este divide una aplicación interactiva en tres partes diferenciadas” [22]:

- **Modelo:** En la capa Modelo, siempre encontraremos una representación de los datos del dominio [23]. Esta capa se encarga de definir y gestionar las entidades que almacenan la información del sistema que estamos desarrollando [23]
- **Vista:** Los elementos que constituyen la perspectiva visual son encargados de forjar la interfaz de nuestra aplicación, esto es, generar las pantallas, páginas u otros despliegues que el usuario o cliente empleará. La perspectiva visual se contempla como una representación del estado presente del Modelo en un instante concreto y dentro del marco de una acción específica. Al conformar la interfaz de usuario de una aplicación, las perspectivas visuales deben integrar componentes interactivos que faculten al usuario a transmitir información y provocar acciones en el sistema. Estos elementos pueden ser botones, cuadros de edición u otros tipos de componentes, adaptados de manera adecuada a la tecnología empleada por el usuario, específicamente en el ámbito de las aplicaciones en línea. la Vista suele contener

los componentes necesarios para generar el lenguaje de marcado de la página que se enviará al usuario. [23]

- **Controlador:** La función principal de los componentes del Controlador es actuar como intermediarios entre el usuario y el sistema [23]. Estos componentes capturan las acciones del usuario en la Vista, como hacer clic en un botón o seleccionar una opción del menú, y las interpretan para actuar en consecuencia. Por ejemplo, pueden generar una nueva vista que refleje el estado actual del sistema o invocar acciones definidas en el Modelo para consultar o actualizar información [23]
- Adicionalmente, el Controlador desempeña funciones de transformación de datos con el propósito de facilitar la comunicación entre los elementos de la Perspectiva y el Modelo. Esto involucra la conversión de información remitida desde la interfaz, como los valores de campos en un formulario transmitidos a través del protocolo HTTP, hacia objetos comprensibles para el Modelo, tales como clases o entidades del ámbito. De la misma manera, el Controlador toma la información del Modelo y la adapta a formatos o estructuras de datos manejables por la Perspectiva.[23]

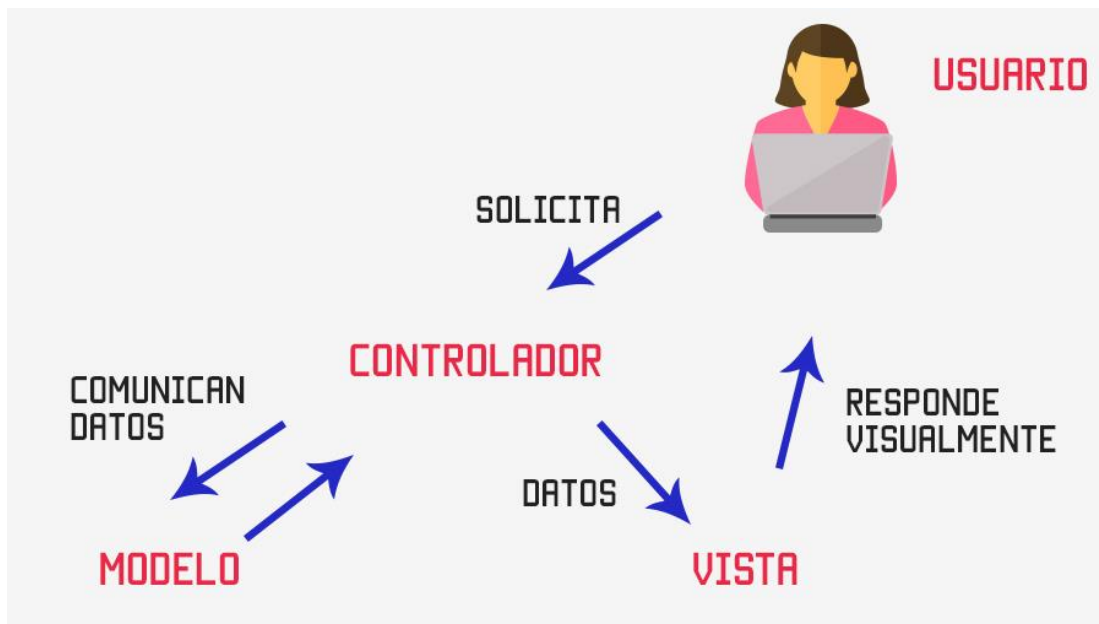


Fig. 14. Arquitectura de Software Modelo-Vista-Control [24]

En esta imagen se representan con flechas los modos de colaboración entre los distintos elementos que conformarían el patrón Modelo-Vista-Controlador, junto con el usuario. Como se puede ver, el controlador hace de puente entre el modelo y la vista.

- El usuario efectúa una solicitud en nuestro portal web. Dicha petición es transmitida al controlador.
- El controlador establece conexiones tanto con el modelo como con la vista. A los modelos les pide datos o les indica llevar a cabo actualizaciones en la información. En el caso de las vistas, solicita la representación adecuada después de que se hayan efectuado las operaciones necesarias según la lógica del sistema.
- La vista envía al usuario la salida final.

VII. RESULTADOS

A. Caracterizar el modelo de geodatos del GEOPORTAL

Para la caracterización del modelo de geodatos y geoprocesos para el *GEOPORTAL*, se realizó una revisión sistemática en la cual se seleccionaron documentos que hacían referencia a proyectos similares o que aportaron de manera importante a nuestro proyecto. Se realizaron dos conjuntos de revisiones: uno a nivel internacional, excluyendo Latinoamérica, con cinco proyectos, y otro específico para Colombia, con cinco proyectos, a su vez, se realizó un nuevo filtro para identificar los proyectos que más aportaron. A continuación, se presenta una tabla con los resultados obtenidos:

TABLA I.
VARIABLES, DATOS O GEODATOS DE ENTRADA.

DESARROLLO DE GEOPORTAL PARA LA GESTIÓN DE DAÑOS EN LA MALLA VIAL DEL MUNICIPIO DE ITAGÜÍ	PROPUESTA DE UN WEBGIS COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA LA GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL MINERO DE SUBSISTENCIA EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA	LA INFORMACIÓN DE LOS PROYECTOS DE VÍAS Terciarias en Colombia de 2017 a 2021 en un sistema de información geográfica SIG	DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO GEOPORTAL PARA LA ATENCIÓN DEL PROCESO CATASTRAL MULTIPROPOSITO DE LA AGENCIA CATASTRAL DE CUNDINAMARCA GEOPORTAL	APOYO Y SOPORTE TÉCNICO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN GEOPORTAL PARA LA FUNDACIÓN PROAVES COLOMBIA
<p>Información cartográfica básica del POT del municipio de Itagüí: shape de Barrios, límites municipal, nomenclatura de vías, información de la secretaría de infraestructura referente al inventario de huecos y daños en la vía. Información contenida en tablas referente al estado en la malla vial. Jerarquía de vial del municipio de Itagüí.</p>	<p>Contribuciones de los servicios de emergencia de varios municipios. Análisis de registros en la plataforma tecnológica de INGEOMINAS. Datos principalmente extraídos de mapas geológicos y mineros de las regiones. Información directa: Evaluación de archivos municipales. Análisis de expedientes de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR). Creación de la base de datos. Examinación de documentos PBOT, EOT o POT. Generación de informes consultivos. Debe englobar tanto detalles de las minas como del contexto social; los elementos esenciales para construir una base de datos en un Sistema.</p>	<p>Después de revisar y analizar minuciosamente todos los datos, se inicia la incorporación en Excel, consolidando la información de manera secuencial desde el año 2017 hasta el 2020. La estructura de organización de la información es la siguiente: año, código del estudiante, código del contrato, municipio, departamento, valor, número de proyecto, Secop, ruta del proceso, objeto, carpeta, contenido de la carpeta y ubicación. Posteriormente, estos datos se cargan en la base de datos geográfica.</p>	<p>La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) es un sistema informático que consta de diferentes recursos como catálogos, servidores, programas, aplicaciones y páginas web, entre otros. Estos recursos están alineados dentro de un marco legal que asegura la interoperabilidad, lo que implica que los datos creados por distintas instituciones pueden ser compartidos y empleados por todo el aparato administrativo. El propósito fundamental de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) radica en compartir la información geográfica a través de la red y ponerla a disposición de los usuarios.</p>	<p>donde se muestra toda la información espacial, ambiental y estadística de la organización. Cuenta con un banner que facilita la navegación por las otras páginas del portal</p>
	<p>construcción de una base de datos en un SIG minero para la gestión y análisis de información relacionada con la explotación de minerales y sus impactos</p>	<p>consolidación de información de proyectos financiados por una entidad, con el fin de controlar y hacer seguimiento a su ejecución</p>	<p>sistema informático diseñado para compartir información geográfica en la red y ponerla a disposición de los usuarios</p>	<p>ambos conjuntos de información comparten el objetivo de proporcionar datos útiles para la toma de decisiones y la gestión de recursos.</p>

TABLA II.
RESULTADO: MAPAS, TABLAS, GRÁFICOS.

DESARROLLO DE GEOPORTAL PARA LA GESTIÓN DE DAÑOS EN LA MALLA VIAL DEL MUNICIPIO DE ITAGÜÍ	PROPUESTA DE UN WEBGIS COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA LA GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL MINERO DE SUBSISTENCIA EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA	LA INFORMACIÓN DE LOS PROYECTOS DE VÍAS TERCIARIAS EN COLOMBIA 2017 A 2021 EN UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA SIG	DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO GEOPORTAL PARA LA ATENCIÓN DEL PROCESO CATASTRAL MULTIPROPOSITO DE LA AGENCIA CATASTRAL DE CUNDINAMARCA GEOPORTAL	APOYO Y SOPORTE TÉCNICO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN GEOPORTAL PARA LA FUNDACIÓN PROAVES COLOMBIA
Portal Web con información Georreferenciada con los reportes de daños en la Malla Vial del Municipio de Itagüí, que sirva para la gestión y visualizar reportes con información estadística	Como fruto del diseño de la plataforma piloto de WEBGIS, construida mediante el uso de herramientas de software libre y código abierto, la experiencia de acceder a la aplicación prototipo de WEBGIS, centrada en la representación de mineros de subsistencia, se manifiesta de acuerdo a las expectativas y sugerencias del cliente. Al llevarse a cabo su ejecución y visualización en el hosting web (https://prymineros.000webhostapp.com/), se evidencia una respuesta veloz y precisa en la ejecución de todas las funciones y herramientas programadas. Estas abarcan desde un menú principal hasta un proceso de registro que brinda acceso al sistema de información geográfica a través de la geolocalización y formularios	Se logra efectuar la consolidación de la información correspondiente a los contratos de veedurías terciarias, abarcando el intervalo desde 2017 hasta 2021. Esta tarea se ha abordado de manera exhaustiva, englobando la recopilación minuciosa, el análisis certero, la estructuración metódica y la inserción integral de datos de todos los contratos involucrados.	Por otro lado, los metadatos geográficos constituyen la información estructurada y organizada de un conjunto de datos. Estos metadatos permiten consultar, evaluar, comparar, acceder y utilizar la información geográfica. Describen aspectos como el autor de los datos, la semántica, la calidad, el modo de identificación, las restricciones de uso, el mantenimiento, la distribución, el sistema de referencia y el contenido, entre otros. La generación de metadatos geográficos permite obtener un inventario tanto de los datos presentes en un producto geográfico como de los productos geográficos existentes.	diseño del sitio Web se realizó la descarga de una plantilla de web en la dirección electrónica www.cablecreativo.com que incluía archivos de estilos y código JavaScript necesarios para su funcionamiento. La licencia de esta plantilla permite su uso en publicación o edición siempre y cuando se le dé crédito al autor original. Se realizó una edición de los archivos HTML se realizó utilizando el programa Brackets, que es de licencia gratuita
	En mi opinión, ambos ejemplos muestran una buena capacidad para manejar y presentar información georreferenciada de manera eficiente y fácil de usar. La plataforma del Municipio de Itagüí es muy fácil de usar debido a su interfaz simple y directa. Por otro lado, el prototipo de WEBGIS de los mineros de subsistencia tiene una interfaz más compleja, pero ofrece más herramientas y funciones para la visualización y análisis	la información estadística de los reportes de daños en la malla vial podría ser complementada con la información estadística de los contratos	En la etapa de Documentación, se realizó la documentación del sistema, la cual incluye manuales de usuario y manuales técnicos para el mantenimiento del sistema.	diseño del sitio Web se realizó la descarga de una plantilla de web en la dirección electrónica, para el caso del proyecto se usaría la construida por el semillero de la USB

TABLA III
HERRAMIENTAS.

DESARROLLO DE GEOPORTAL PARA LA GESTIÓN DE DAÑOS EN LA MALLA VIAL DEL MUNICIPIO DE ITAGÜÍ	PROPUESTA DE UN WEBGIS COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA LA GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL MINERO DE SUBSISTENCIA EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA	LA INFORMACIÓN DE LOS PROYECTOS DE VÍAS TERCIARIAS EN COLOMBIA 2017 A 2021 EN UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA SIG	DESARROLLO E IMPLEMENTACION DEL MODULO GEOPORTAL PARA LA ATENCION DEL PROCESO CATASTRAL MULTIPROPOSITO DE LA AGENCIA CATASTRAL DE CUNDINAMARCA GEOPORTAL	APOYO Y SOPORTE TÉCNICO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN GEOPORTAL PARA LA FUNDACIÓN PROAVES COLOMBIA
<p>Tablas con informacion de la via como ,direccion, codigo fecha de intervencion. Informacion en Formato Shape de Puntos, poligonos y Lineas, plantilla en formato creada por el Semillero de Ingenieria de Software de la Universidad Sanbuenaventura que corre con los Programas de PHP, HTML, Javascrit, Bootstrap y Leftleaf complementos. ademas de QGIS para el ajuste de la informacion y carga de estos de datos. Se usara Postgres como motor de base de datos</p>	<p>Se maneja información primaria en el formato Shapefile, con la integración de puntos, polígonos y líneas. Se utiliza QGIS para visualizar y completar la información geoespacial, aprovechando complementos para exportar los datos a la web y obtener una base de código HTML, sin requerir habilidades de programación. Esto es multiplataforma y respaldado por PHP, que opera en el servidor de manera imperceptible al navegador, generando resultados en formato HTML. PHP se desarrolla principalmente para aplicaciones web dinámicas y páginas que necesitan acceso a bases de datos, como MYSQL</p>	<p>Para ejecutar este proceso en un Sistema de Información Geográfica (SIG), es esencial contar con la instalación del software SuperMap. Esto permite establecer una conexión con la tabla generada en el paso previo. Es fundamental que la tabla carezca de filas vacías y que toda la información se ajuste a los estándares específicos del programa. Se introducen las coordenadas MagNA Sirgas para iniciar el trabajo en el programa. Se procede a cargar el mapa de Colombia y se enfoca en su representación mediante la creación de capas que segmentan por departamentos y municipios. SuperMap es la herramienta empleada para esta tarea.</p>	<p>tecnologías de software libre PostgreSQL/Postgis, Python/Django y Angular/Leaflet, adicionalmente se realiza una prueba de implementación con la librería OpenLayers concluyendo finalmente que es mejor OpenLayers según los requerimientos de la entidad y realizando recomendaciones de futuras funcionalidades que pueden ser implementadas en una próxima versión del módulo Geoportal de la Agencia Catastral de Cundinamarca.</p>	<p>El Geo visor fue desarrollado utilizando HTML, JavaScript y OpenLayers. Dentro de él se incluyó una herramienta para seleccionar las capas a visualizar, un control de zoom, una escala gráfica, coordenadas del puntero en el mapa, una función para ampliar el área visible del mapa y un identificador que proporciona información sobre la capa o elemento seleccionado. A continuación se muestra un fragmento del código utilizado para crear el Geovisor. Todo visualizador creado con OpenLayers</p>
	<p>términos de la manipulación y visualización de información geoespacial y la utilización de herramientas como QGIS, PHP y MySQL. Sin embargo, hay diferencias en cuanto a la existencia de una plantilla específica y la inclusión de información adicional en las tablas.</p>	<p>referencia a la necesidad de manejar la información geoespacial de manera adecuada para poder visualizarla y analizarla de manera efectiva. Sin embargo, el primer texto se enfoca más en el uso de diferentes programas y herramientas para el manejo de la información, mientras que el segundo texto se enfoca más en la implementación de la información en un SIG específico.</p>	<p>EL módulo Geoportal de la Agencia Catastral de Cundinamarca utiliza tecnologías de software libre como PostgreSQL/PostGIS, Python/Django y Angular/Leaflet, con una prueba de implementación que concluye que OpenLayers es la opción más adecuada. Se recomienda considerar mejoras en la presentación de la información, ampliar los formatos de datos geoespaciales admitidos, explorar otras bibliotecas y complementos, y seguir utilizando QGIS para el ajuste y carga de datos.</p>	<p>el Geo visor se desarrolló utilizando HTML, JavaScript y OpenLayers. Se incorporaron diversas funcionalidades, como selección de capas, control de zoom y visualización de información. Para la representación de datos, se utiliza el formato Shape y se emplea una plantilla creada por el Semillero de Ingenieria de Software. El programa SuperMap se utiliza para el enlace y visualización de los datos geográficos, y PostgreSQL se utiliza como motor de base de datos.</p>

TABLA IV
METODOLOGIA.

DESARROLLO DE GEOPORTAL PARA LA GESTIÓN DE DAÑOS EN LA MALLA VIAL DEL MUNICIPIO DE ITAGÜÍ	PROPUESTA DE UN WEBGIS COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA LA GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL MINERO DE SUBSISTENCIA EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA	LA INFORMACIÓN DE LOS PROYECTOS DE VÍAS TERCIARIAS EN COLOMBIA 2017 A 2021 EN UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA SIG	DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO GEOPORTAL PARA LA ATENCIÓN DEL PROCESO CATASTRAL MULTIPROPOSITO DE LA AGENCIA CATASTRAL DE CUNDINAMARCA GEOPORTAL	APOYO Y SOPORTE TÉCNICO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN GEOPORTAL PARA LA FUNDACIÓN PROAVES COLOMBIA
<p>1 Definir los requerimientos del Geoportal, incluyendo los datos geoespaciales que se necesitan presentar y los usuarios finales.</p> <p>2 Crear una base de datos en Postgres para almacenar la información geoespacial.</p> <p>3 Desarrollar una funcionalidad</p>	<p>proponen una metodología para el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica (SIG) mineros en Colombia, con el objetivo de construir un inventario de activos minerales económicamente explotados en diferentes regiones. La metodología incluye la identificación de las minas a través de registros gubernamentales y cartografía geológica y minera, la creación de una base de datos con información minera, social y técnica, y visitas de campo para recopilar información geográfica. El resultado es un SIG minero que permite a los interesados conocer y administrar el desarrollo de la actividad minera identificada.</p>	<p>Fase I: Exploración y Acopio de Información en Vías Terciarias.</p> <p>Reunir los datos disponibles y publicados sobre los proyectos de vías terciarias desarrollados en los años 2020 a 2021.</p> <p>Fase II: Escrutinio Detallado de la Información.</p> <p>Sumergirse en un análisis minucioso de los contenidos de la información recopilada, abarcando el período comprendido entre 2017 y 2020. Se enfoca en la supervisión de las vías terciarias para los años 2020 a 2021, involucrando procesos, cronologías, evaluaciones preliminares, ubicación geográfica, procedimientos de licitación, asignación y formalización de los proyectos de vías terciarias.</p> <p>Fase III: Organización Estructurada de la Información</p>	<p>El módulo Geoportal de la Agencia Catastral de Cundinamarca, es una plataforma que permite facilitar el acceso a la información catastral de consulta externa de información física y cartografía base bajo el Modelo LADM_COL de los municipios de su jurisdicción, permitiendo a la entidad como operador catastral cumplir con el proceso de difusión catastral que hace parte del servicio público del catastro multipropósito. Básicamente, el modelo LADM Este esquema conceptual robustece la incorporación de estándares y elementos estructurales en los sistemas catastrales, evaluados a través del prisma de las Infraestructuras de Datos</p>	<p>Se utilizó una plantilla de diseño web descargada de un sitio externo, que incluía archivos de estilos y código JavaScript necesarios para su funcionamiento. Esta plantilla tenía una licencia que permitía su uso siempre y cuando se le diera crédito al autor original. Por lo tanto, se utilizó una metodología basada en la reutilización de código y recursos externos, lo que puede haber permitido ahorrar tiempo y esfuerzo en el desarrollo del Geoportal.</p> <p>Se utilizó el programa Brackets</p>
	<p>los dos conjuntos de pasos tienen una estructura similar y abordan los mismos aspectos fundamentales para el desarrollo de un Geoportal, como definir requerimientos, crear la base de datos, desarrollar funcionalidades de carga y visualización de datos geoespaciales, implementar seguridad de usuarios y realizar pruebas de calidad. Las diferencias mencionadas en los puntos 6 y 8 pueden indicar ajustes o mejoras específicas en el segundo conjunto de pasos en comparación con el primero.</p>	<p>el primer conjunto de pasos describe el desarrollo de un Geoportal que incluye la definición de requerimientos, creación de base de datos, desarrollo de plantilla y funcionalidades, implementación de seguridad, pruebas de calidad y lanzamiento en línea. El segundo conjunto de pasos describe un proceso de recopilación, análisis, organización e implementación de información espacial de proyectos de vías terciarias en un Sistema de Información Geográfica. Ambos conjuntos de pasos son importantes en el manejo de información geoespacial, pero se enfocan en aspectos diferentes.</p>	<p>el primer conjunto de pasos describe el proceso de desarrollo y puesta en marcha de un Geoportal, que incluye definir los requerimientos, crear una base de datos, desarrollar una plantilla, ajustar y cargar los datos geoespaciales, y desarrollar funcionalidades como la carga, visualización, búsqueda y exportación de datos. También se implementa un sistema de autenticación, se realizan pruebas de calidad y se lanza el Geoportal en línea.</p>	<p>la Fundación ProAves de Colombia utilizó una plantilla de diseño web descargada y la personalizó utilizando el editor Brackets para desarrollar el Geoportal. Esta metodología de reutilización de recursos y uso de herramientas de software libre pudo haber sido beneficiosa para el proceso de desarrollo del Geoportal.</p>

TABLA V
USUARIOS.

DESARROLLO DE GEOPORTAL PARA LA GESTIÓN DE DAÑOS EN LA MALLA VIAL DEL MUNICIPIO DE ITAGÜÍ	PROPUESTA DE UN WEBGIS COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA LA GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL MINERO DE SUBSISTENCIA EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA	LA INFORMACIÓN DE LOS PROYECTOS DE VÍAS TERCARIAS EN COLOMBIA 2017 A 2021 EN UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA SIG	DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO GEOPORTAL PARA LA ATENCIÓN DEL PROCESO MULTIPROPOSITO DE LA AGENCIA CATASTRAL DE CUNDINAMARCA GEOPORTAL	APOYO Y SOPORTE TÉCNICO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN GEOPORTAL PARA LA FUNDACIÓN PROAVES COLOMBIA
<p>Gubernamental Secretaria de Infraestructura de Itagüí. Diseñado para la Gestión e intervencion dentro de esta dependencia. Para la facilidad de gestión y visualización del estado actualizado de la malla vial</p>	<p>En todos los rincones del país, se deja en evidencia la carencia de un Sistema de Información Geográfica (SIG) respaldado por el gobierno, capaz de brindar apoyo y administración de datos a los mineros pertenecientes a comunidades socialmente vulnerables, como chatarreros, barequeros, areneros y arcilleros. Este vacío resulta particularmente notorio en el entorno del Departamento de Antioquia.</p>	<p>La sociedad de ingenieros de Colombia, la Contraloría General de la República (CGR) y los grupos ciudadanos de supervisión, con el fin de presentar los progresos logrados en las indagaciones sobre vías terciarias que se han llevado a cabo durante este periodo por los estudiantes y docentes de la Universidad Católica de Colombia.</p>	<p>Alcaldes y su responsabilidad en el cumplimiento de programas de gobierno. Entidades y organismos distritales para el desarrollo de actuaciones interinstitucionales. Entidades territoriales, regionales y entes asociativos territoriales y su relevancia en la gestión catastral. Relación de la Agencia Catastral de Cundinamarca con entidades públicas del orden nacional. Instituciones educativas y su contribución en la promoción del debate público y la reformulación de la política pública. Empresas y entidades privadas como sujetos de derecho y su contribución en la generación de productos y servicios</p>	<p>Fundación Proaves de Colombia</p>

B. Especificar requisitos funcionales y no funcionales para determinar una arquitectura de software adecuada para el GEOPORTAL.

Es necesario identificar tanto los requisitos funcionales como los no funcionales para poder definir cuál es la arquitectura de datos adecuada para utilizar en la creación del *GEOPORTAL*. Estos requisitos dependen de las necesidades de la implementación.

Aunque no se siguió una metodología estándar para la recolección de requisitos, se llevaron a cabo reuniones tanto formales como informales con los usuarios finales, lo que permitió obtener un listado de requerimientos que se detallan a continuación.

1) Requisitos funcionales.

Un requisito funcional es una declaración que describe el comportamiento necesario de un sistema para cumplir con las expectativas del usuario. Estos requisitos son considerados como atributos detectables por el usuario y definen las funciones esenciales que el sistema debe ejecutar. [21] En el contexto de un *GEOPORTAL* estos requerimientos son especialmente importantes, ya que influyen directamente en la experiencia del usuario y en la utilidad de la plataforma. Definen las capacidades esenciales del *GEOPORTAL* y determinan las acciones o tareas que los usuarios pueden realizar dentro del sistema.

Para establecer los requisitos funcionales dentro de un *GEOPORTAL*, se deben considerar varios factores como las necesidades de los usuarios, la finalidad del sistema, los geodatos y servicios disponibles, así como las limitaciones técnicas y de recursos. Estos requisitos sirven como guía para el diseño, desarrollo y validación del *GEOPORTAL*, asegurando que cumpla con las expectativas y requerimientos establecidos. [25]

- **Visualización de mapas:** El *GEOPORTAL* debe permitir a los usuarios visualizar mapas interactivos y navegar por ellos, utilizando diferentes capas de información geográfica.
- **Búsqueda de ubicaciones:** Los usuarios deben poder buscar ubicaciones específicas utilizando diferentes criterios, como direcciones, coordenadas o nombres de lugares.
- **Consultas espaciales:** Debe ser posible realizar consultas espaciales en el mapa, como buscar características dentro de un área específica o realizar análisis de proximidad.

- **Herramientas de análisis espacial:** El *GEOPORTAL* puede incluir herramientas que permitan a los usuarios realizar análisis espaciales básicos, como medir distancias, calcular áreas o realizar superposiciones de capas.
- **Autenticación y control de acceso:** Debe haber funciones de autenticación de usuarios y control de acceso para garantizar la protección de la información y limitar el ingreso a determinadas capacidades de acuerdo a los permisos de los usuarios.
- **Compartir y colaborar:** Los usuarios deben poder compartir mapas, capas y análisis con otros usuarios, y colaborar en proyectos o iniciativas relacionadas con la información geográfica.
- **Capacidad de superposición de capas:** Debe ser posible superponer múltiples capas en el mapa para facilitar la comparación y el análisis de diferentes conjuntos de datos geográficos.
- **Geolocalización:** Los usuarios deben poder obtener su ubicación actual utilizando servicios de geolocalización.

-

2) Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales desempeñan un papel central en cualquier sistema, asegurando que el *GEOPORTAL* satisfaga las necesidades del usuario y opere conforme a su propósito. Antes de adentrarse en el diseño y desarrollo, es esencial considerar meticulosamente estos requisitos, ya que delinear con claridad cómo el sistema debe responder a comandos particulares, sus atributos y las expectativas de los usuarios. Estos requisitos, a diferencia de los funcionales, no inciden directamente en la operación básica de la aplicación.[25]

- **Seguridad:** El *GEOPORTAL* debe asegurar la seguridad de los datos geográficos, impidiendo accesos no autorizados y preservando la integridad y confidencialidad de la información.
- **Actuación:** El *GEOPORTAL* debe poder manejar el número requerido de usuarios sin ninguna degradación en el rendimiento.

- **Escalabilidad y Rendimiento:** El GEOPORTAL debe ser capaz de manejar grandes volúmenes de datos geográficos y proporcionar una respuesta rápida a las consultas y solicitudes de los usuarios.
- **Disponibilidad:** El GEOPORTAL debe estar disponible para los usuarios en todo momento, con una alta disponibilidad y tiempos de inactividad mínimos.
- **Mantenimiento:** El GEOPORTAL debe ser fácil de mantener y actualizar.
- **Portabilidad y Compatibilidad:** El GEOPORTAL debe poder ejecutarse en diferentes plataformas con cambios mínimos. Siendo compatible con diferentes dispositivos, como computadoras de escritorio, dispositivos móviles y diferentes navegadores web.
- **Usabilidad y Experiencia de Usuario:** El GEOPORTAL debe ser fácil de usar, con una interfaz intuitiva y amigable, y proporcionar una experiencia de usuario fluida y atractiva.
- **Fiabilidad:** El GEOPORTAL debe ser confiable y cumplir con los requisitos del usuario.

C. Diseñar una arquitectura de datos geográfica que cumpla con los requerimientos de usuario, estándares de calidad y precisión requeridos.

Nuestro aplicativo se basa en una interacción del usuario a través del explorador web, el cual se comunica con un servidor web (Apache). Este servidor web está instalado en la plataforma de hosting Hostinger. A su vez, el servidor web interactúa con un motor de bases de datos instalado en Alwaysdata.

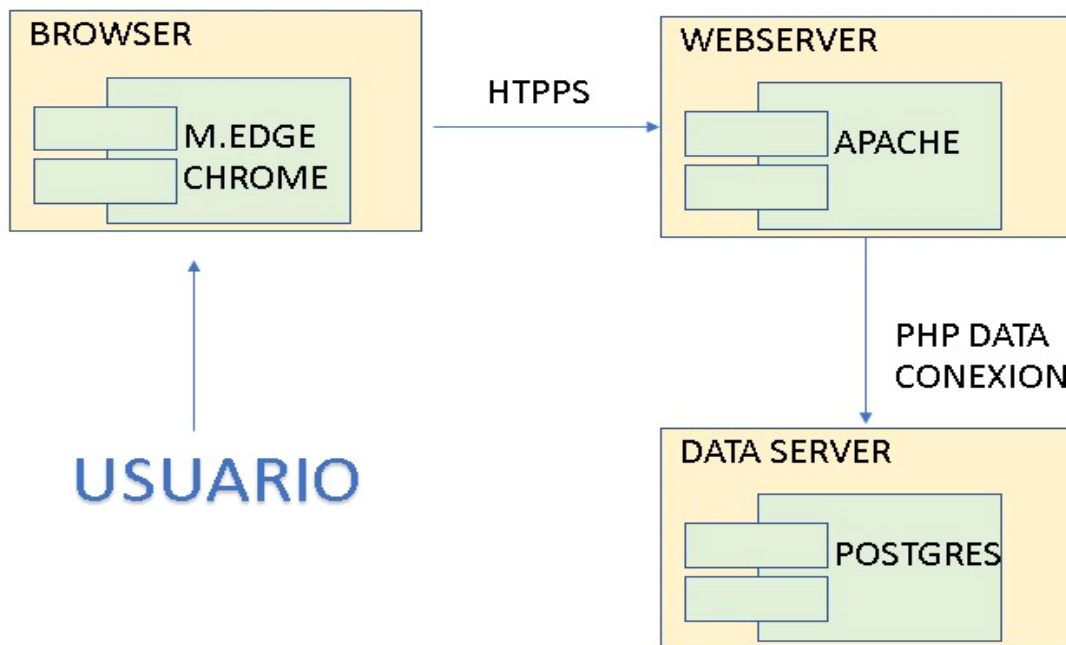


Fig. 15. Diagrama de despliegue de la aplicación.

1) Flujo de trabajo metodológico para las fases de construcción de un GEOPORTAL

El flujo metodológico para el desarrollo del GEOPORTAL se ha diseñado cuidadosamente con el enfoque en el uso efectivo de los sistemas de información geográfica. El objetivo primordial de este proyecto es construir un aplicativo web intuitivo y accesible que proporcione a los usuarios una forma fácil y práctica de acceder a la información pertinente sobre los daños en la malla vial. Este enfoque está orientado a sistematizar de manera eficiente el proceso de recolección y visualización de datos en tiempo real, lo cual permite obtener una visión actualizada y precisa de la situación de la malla vial.

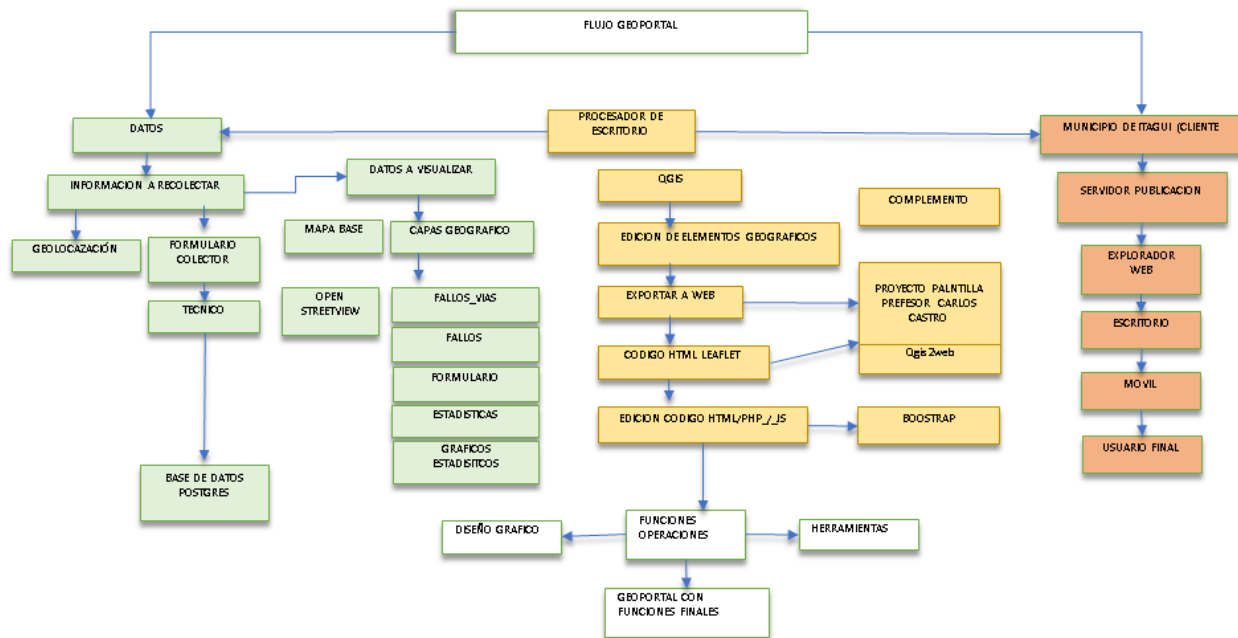


Fig. 16. Formulación de una estrategia metodológica para la construcción del GEOPORTAL

El desarrollo del proyecto se compone de las siguientes etapas:

a) Etapa 1: Datos

En esta etapa, nos centramos en la definición, construcción y visualización de la información temática que se utilizará en el proyecto. Para lograr esto, empleamos un mapa en línea basado en código libre que nos permite generar mapas en tiempo real. Además, llevamos a cabo una cuidadosa selección de los datos vectoriales en formato JSON, como puntos, polígonos y líneas. Estos datos vectoriales incluyen capas de límites de barrios con marcadores que indican los daños en las vías, así como información proporcionada por la Secretaría de Infraestructura, que contiene el número de fallos registrados.

Esta etapa se divide en dos fases. En la primera fase, nos enfocamos en la construcción y recolección de datos a través de formularios HTML. Estos datos se almacenan en una base de datos PostgreSQL. En la segunda fase, nos centramos en la visualización y consulta de la información mediante un Geovisor que utiliza un mapa en línea basado en código libre. Esto nos permite gestionar la información de manera efectiva, presentándola en forma de estadísticas y gráficos que muestran el número de daños presentes en diferentes estados de atención.

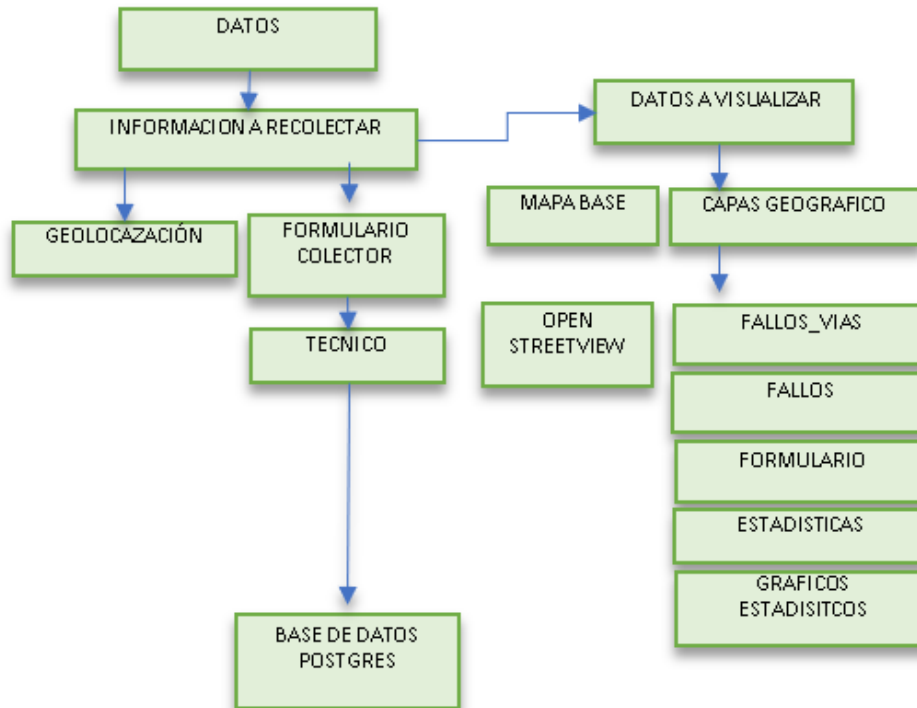


Fig. 17. Etapa 1. Datos, Flujo de Trabajo.

b) Etapa 2: Procesamiento de Datos

En esta etapa, se lleva a cabo una fase de procesamiento de datos en el entorno de escritorio, donde se realiza una cuidadosa programación, diseño y organización del aplicativo web *GEOPORTAL*. De esta manera se procedió al desarrollo de la aplicación utilizando el software de escritorio QGIS. Esta aplicación se enlaza con una base de datos de PostgreSQL para la edición de los archivos georreferenciados. Para la visualización de los mapas, utilizamos Leaflet, que aprovecha la visualización de mapas base de OpenStreetMap y muestra vías con su respectiva nomenclatura. Además, se utilizó una plantilla [25] de código base proporcionada por el profesor Carlos Arturo Castro, que cuenta con un WebGIS. Para exportar la información a la web y obtener parte del código HTML necesario para construir la aplicación, utilizamos Qgis2web.

También se requirió realizar el diseño de la interfaz gráfica del *GEOPORTAL* ya que es esencial para garantizar la accesibilidad, usabilidad y visualización efectiva de los geodatos con los que cuenta el proyecto, lo que a su vez promueve la toma de decisiones informadas y el aprovechamiento de todo el potencial de los datos espaciales.

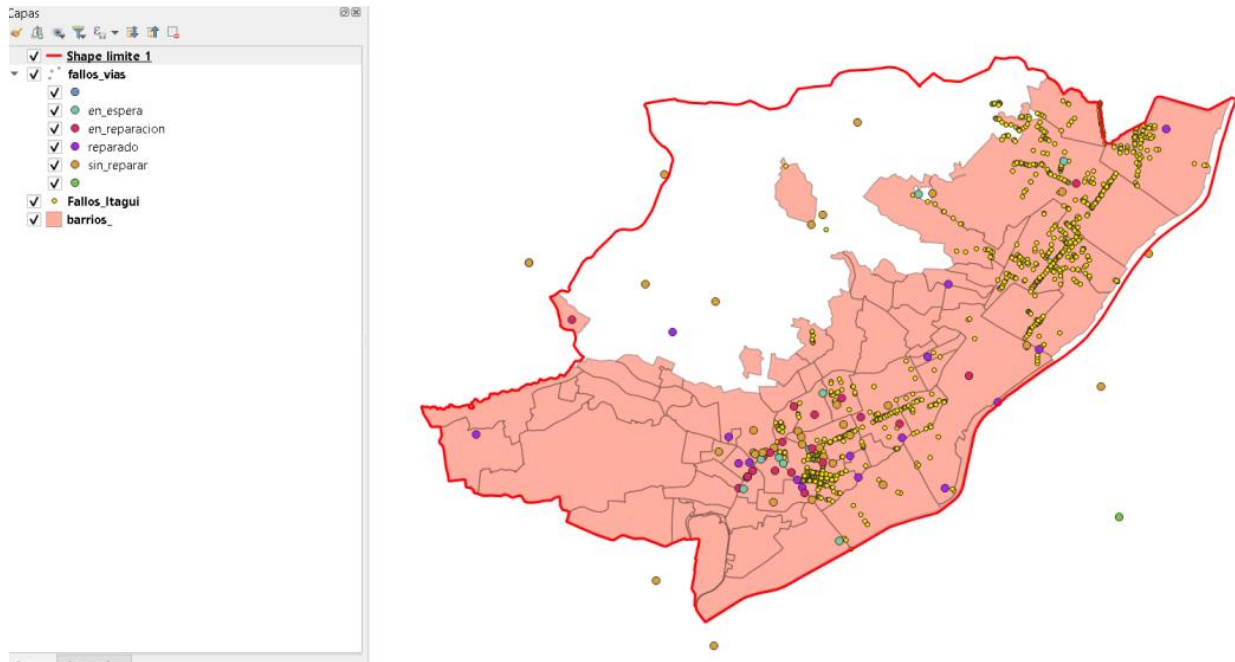


Fig. 18. Capas generadas en Qgis para exportar con la aplicación Qgis2web.

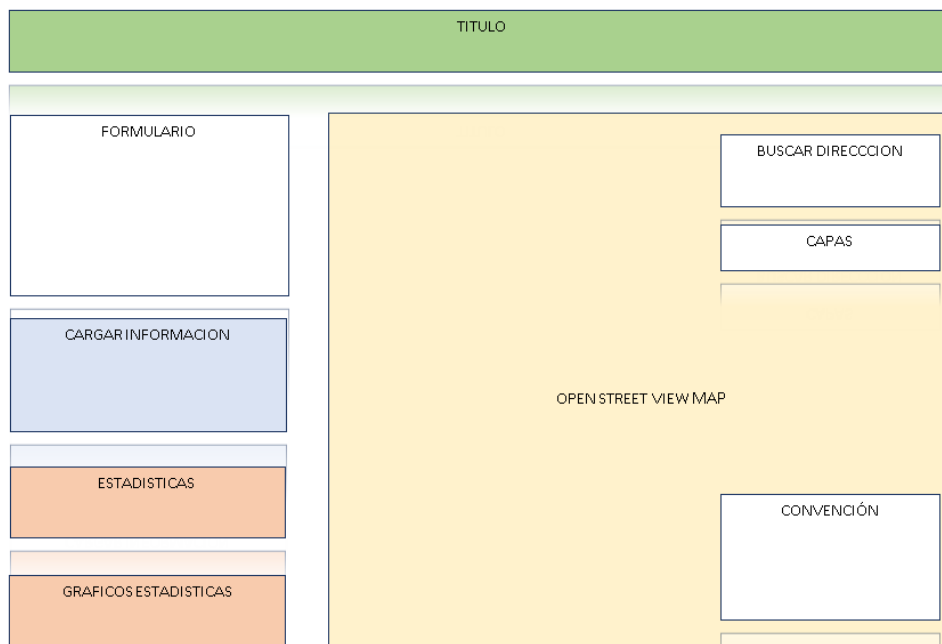


Fig. 19. Diseño de Interfaz Gráfica del Geoportál.

Cuando se ha definido el diseño de la interfaz gráfica, se procede a establecer la codificación del documento, aprovechando los componentes y estilos proporcionados por las bibliotecas de CSS y SCRIPT para incorporar funcionalidades adicionales dentro de la página web. Durante este proceso, se incluyen algunos complementos específicos utilizados en el desarrollo.

- **Bootstrap:** Estilos y componentes predefinidos para interfaces web.
- **Leaflet:** Biblioteca de mapas interactivos.
- **Chart.js:** Biblioteca para gráficos interactivos.
- **Hojas de estilo personalizadas:** Estilos adicionales específicos para el proyecto.
- **Leaflet Control Geocoder:** Búsqueda de direcciones y lugares en el mapa.
- **Leaflet Control Search:** Campo de búsqueda para elementos geográficos en el mapa.

De esta manera, al personalizar el archivo "index.html" y aprovechar los archivos CSS y JavaScript predefinidos junto con fragmentos de código HTML reutilizados, se obtiene un prototipo de producto para su desarrollo.

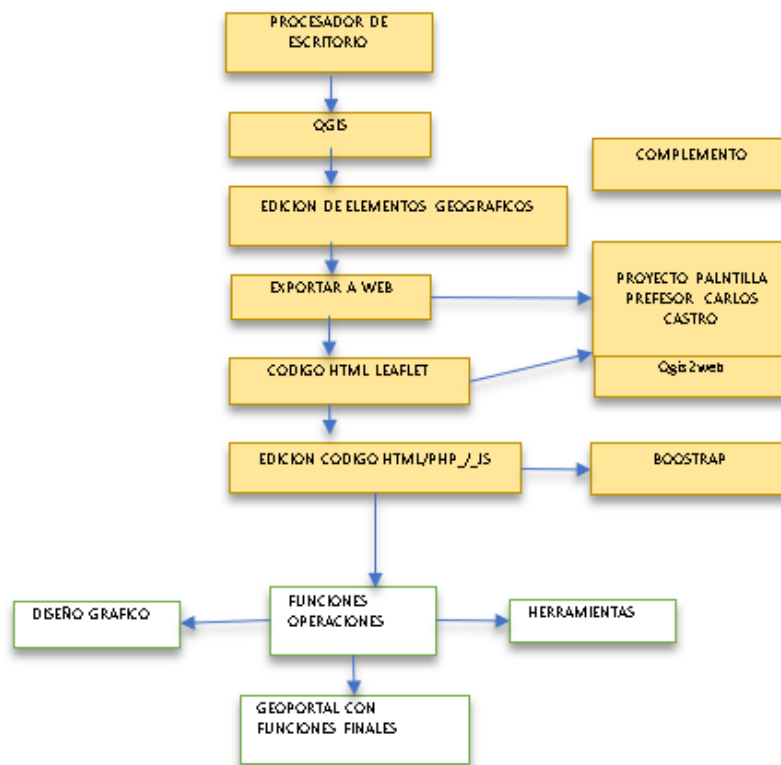


Fig. 20. Etapa 2. Procesamiento de Datos, Flujo de Trabajo.

c) Etapa 3: Publicación

En esta etapa, el GEOPORTAL toma forma al ser implementado en un servidor. La interfaz web del servidor actúa como el anfitrión que almacena y coordina los archivos en línea,

permitiendo un acceso inmediato. Los usuarios pueden explorar los recursos compartidos, que se presentan en la versión final del GEOPORTAL. Este espacio virtual está disponible a través de los hilos digitales de un navegador web, en una computadora de escritorio o en dispositivos móviles.



Fig. 21. Etapa 3. Publicación, Flujo de Trabajo.

Después de haber establecido el código necesario para la implementación del Geoportal, que recopila información a través de un formulario web conectado a PostgreSQL y permite la visualización en tiempo real de los datos sobre los daños en las vías, es importante asegurarse de que el sitio web funcione de manera óptima y sea accesible para los usuarios. Para ello, se procede a utilizar el servidor XAMPP, que nos permite ejecutar y lanzar el sitio web en un entorno local.

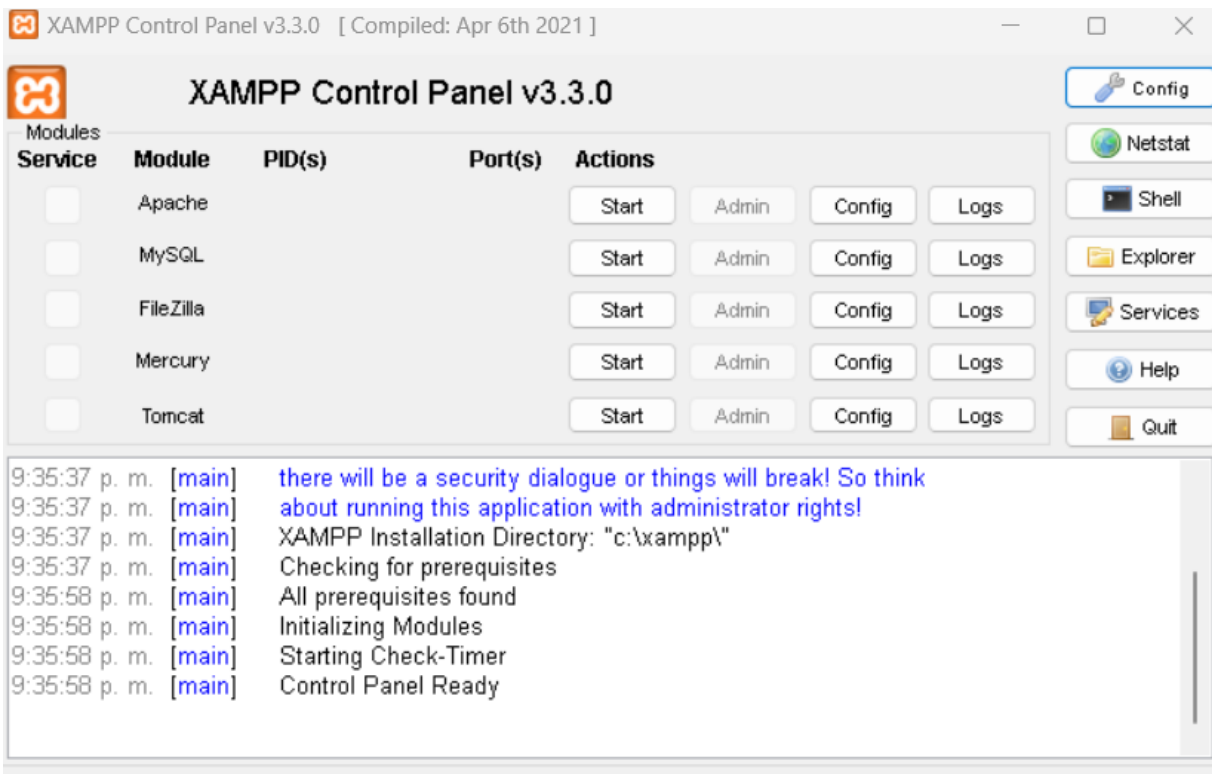


Fig. 22. Ejecución del sitio Web Usando XAMPP.

El uso de XAMPP nos brinda la oportunidad de verificar la funcionalidad y la apariencia del Geoportal antes de su despliegue en un entorno de producción. Al ejecutar el sitio web a través de XAMPP, podemos asegurarnos de que todas las funcionalidades, como la recopilación de datos a través del formulario web y la visualización en tiempo real de los mapas, están operando correctamente. Además, podemos realizar pruebas exhaustivas para identificar y corregir posibles errores o problemas de rendimiento antes de que el sitio esté disponible para los usuarios finales.

Una vez que se ha verificado y optimizado el funcionamiento del Geoportal en XAMPP, se procede a realizar la carga de la base de datos en Alwaysdata. Esta plataforma en la nube nos permite alojar la base de datos de PostgreSQL y conectarla a pgAdmin, facilitando así el acceso y la administración de los datos desde diferentes ubicaciones. Al alojar la base de datos en la nube, nos aseguramos de que esté disponible y accesible en todo momento, lo que es especialmente beneficioso si varios usuarios necesitan acceder y administrar los datos de manera simultánea o desde ubicaciones remotas.

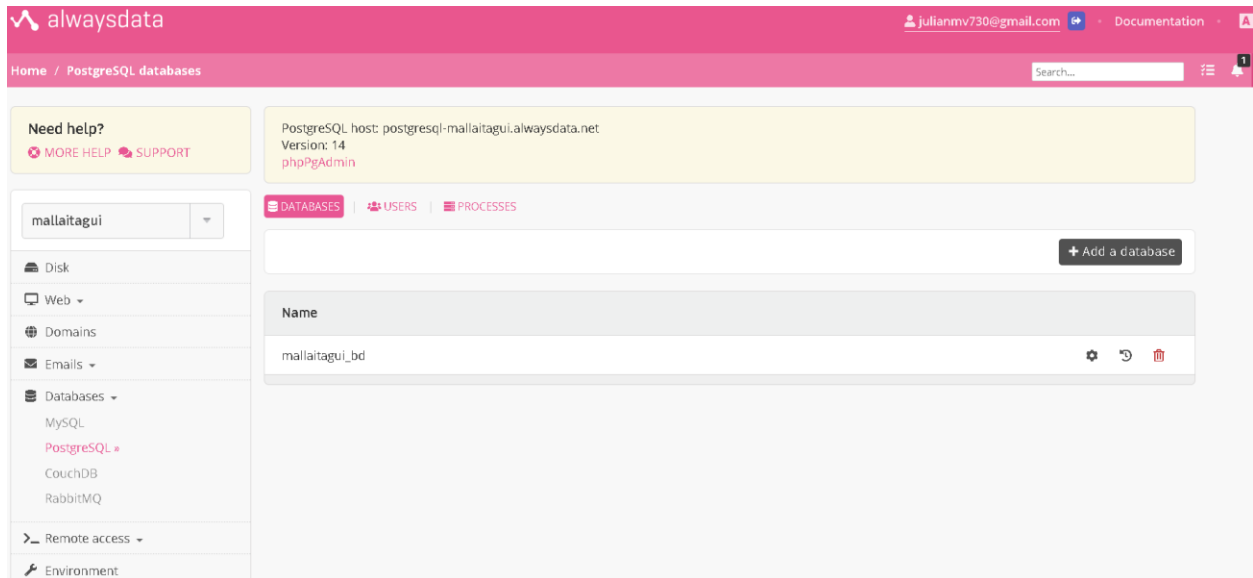


Fig. 23. Alojamiento de la GDB (mallavial_db) en Alwaysdata.

La carga de la base de datos en Alwaysdata nos brinda la flexibilidad y accesibilidad necesarias para administrar los datos de manera eficiente desde diferentes ubicaciones. Estas acciones contribuyen a garantizar un Geoportal funcional, confiable y accesible para los usuarios finales.

Por último se realiza la publicación del sitio web por medio del alojamiento en servidor, para lo cual se usó Hostinger. Un hosting web, también conocido como alojamiento web, es un servicio que permite almacenar los contenidos de un sitio web, como páginas web, correos electrónicos, bases de datos y otros desarrollos. A diferencia de alojar personas, el hosting web alberga los recursos de un sitio web para que puedan ser accesibles desde diversos dispositivos conectados a la red. [28]; el hosting seleccionado es uno de los más grandes y demandados en la red, ofreciendo al usuario que la elija según [29] las siguientes características de funcionamiento:

- 100 sitios web [26]
- Rendimiento estándar [26]
- 100 GB de SSD [26]
- Copias de seguridad semanales [26]
- Email gratis [26]
- SSL ilimitado gratis [26]
- Ancho de banda ilimitado [26]

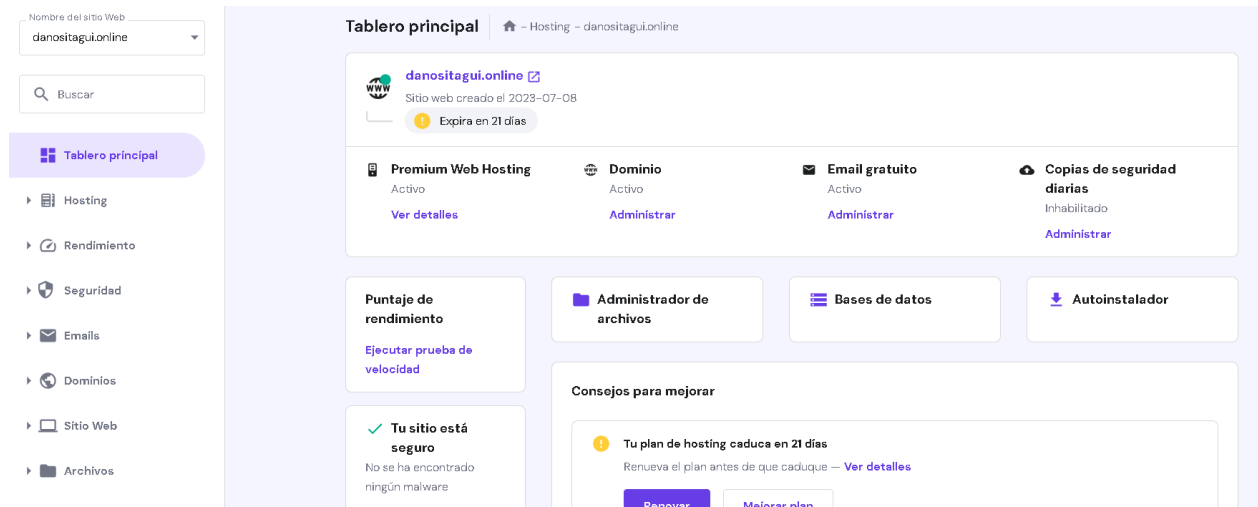


Fig. 24. Panel de Control de Hostinger

Pasos para realizar la publicación de tu sitio web construido en XAMPP desde localhost a la carpeta de archivos de Hostinger, se siguieron los siguientes pasos:

- Se acceda la cuenta de Hostinger.
- Se configura el dominio y alojamiento en Hostinger.
- Los archivos del sitio web se exportan desde XAMPP.
- Se transfieren los archivos del sitio web a la carpeta "public_html" o "htdocs" en Hostinger utilizando la opción "Archivos" del menú.
- La base de datos (GDB) se exporta a alwaysdata para que Hostinger la utilice en el sitio web.
- Se actualiza la configuración de conexión a la base de datos en los archivos del sitio web para reflejar los detalles de Hostinger.
- Se verifica y prueba el sitio web accediendo al dominio en un navegador.

El link asociado al *GEOPORTAL* para la Gestión de Daños en la Malla Vial del Municipio de Itagüí y definido en el hosting como
https://danositagui.online/proyecto/proyecto/templates/colector_1.html

D. Desarrollar un aplicativo WEBGIS por prototipos de acuerdo a los requisitos especificados.

El enfoque de desarrollo por prototipos fue fundamental para lograr un resultado óptimo en este proyecto. Este enfoque permitió realizar iteraciones constantes y progresivas, lo que brindó la

oportunidad de mejorar y perfeccionar la funcionalidad y la interfaz del aplicativo a lo largo de todo el proceso de desarrollo. Trabajando con prototipos, se obtiene una valiosa retroalimentación de los usuarios y otras partes interesadas. Esto permite identificar y abordar rápidamente cualquier problema, realizar los ajustes necesarios y asegurar que el aplicativo final cumpla plenamente con sus expectativas y necesidades.

Además, el enfoque de prototipos permite evaluar y validar diferentes soluciones antes de su implementación definitiva. A su vez esto ofrece flexibilidad y agilidad para realizar mejoras y adaptaciones basadas en las recomendaciones y comentarios recibidos durante el proceso de desarrollo. En definitiva, el enfoque de desarrollo por prototipos permitió optimizar el resultado final al asegurar que el aplicativo WEBGIS cumpliera con las expectativas y necesidades de los usuarios. Al utilizar este planteamiento, obtuvimos retroalimentación temprana y realizamos ajustes continuos para ofrecer un producto final de alta calidad y totalmente alineado con los requisitos especificados.

1) Prototipo 1. Herramienta Qgis2web

El primer prototipo fue generado utilizando la herramienta Qgis2web, la cual nos permitió exportar los proyectos creados en QGIS en mapas web. Esta herramienta destacó por su capacidad para agregar complementos de zoom, capas y búsqueda, brindando una experiencia de usuario más completa.

No obstante, es importante tener en cuenta que esta herramienta no cuenta con la función que permite a los usuarios capturar y guardar datos directamente desde el sitio web generado. Lo cual limita las capacidades de recopilación y almacenamiento de datos por parte de los usuarios.

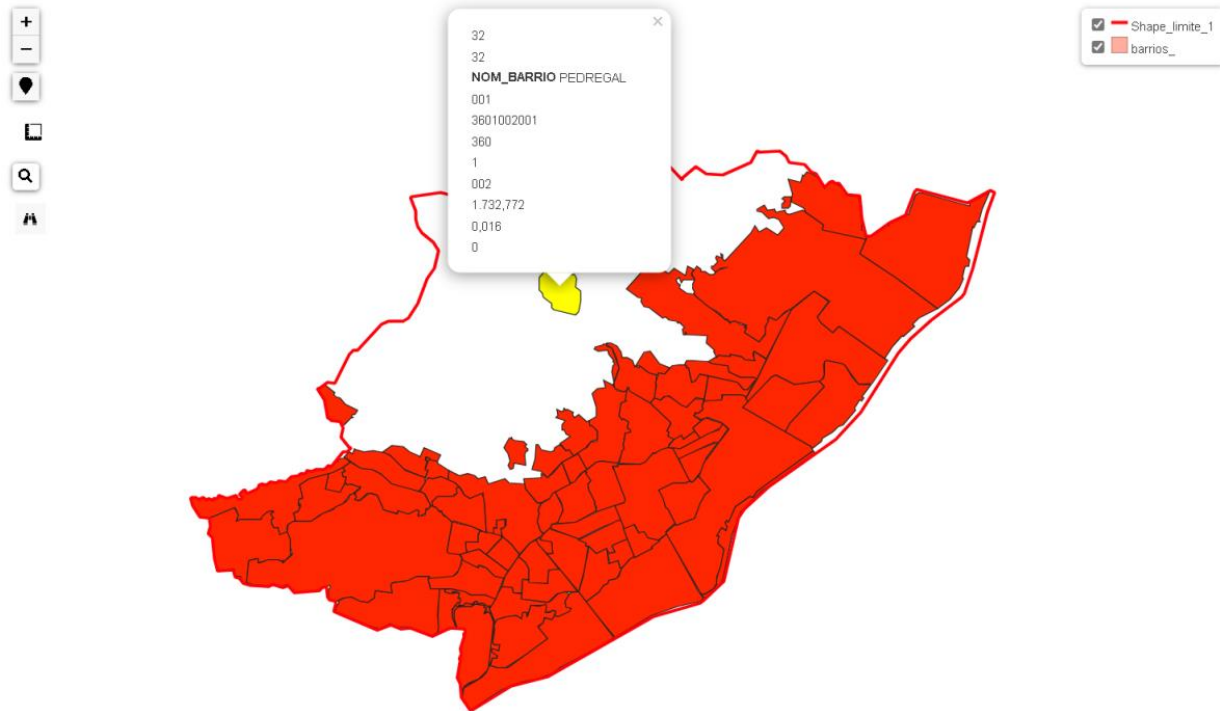


Fig. 25. Salida Grafica Generada con la Herramienta Qgis2web

2) Prototipo 2. Proyecto Plantilla Profesor Carlos Castro

A continuación, se trabajó con el código del proyecto plantilla [25] el cual fue compartido por el profesor Carlos Arturo Castro, este nos sirvió como una guía para identificar las líneas de código que podemos utilizar en nuestro sitio web. En específico este proyecto usaba Leaflet para visualizar las consultas realizadas mediante código PHP y JavaScript. Sin embargo, en nuestro sitio web el desarrollo no requería del uso de un selector SQL, por lo cual esta funcionalidad no se implementó.

En lugar de utilizar un selector SQL, se exploró otras opciones para manejar y presentar la información en nuestro sitio web. Podemos considerar el uso de formularios en línea o interfaces personalizadas para que los usuarios ingresen los datos relevantes. Luego, podemos procesar esos datos en el backend utilizando el lenguaje de programación adecuado, como PHP y mostrar los resultados de manera adecuada en nuestro sitio web.

Es importante tener en cuenta los requisitos y objetivos específicos de nuestro proyecto para determinar qué funcionalidades son necesarias y cómo podemos implementarlas de manera

efectiva. Aunque este código proporciona una base útil, debemos adaptarlo y mejorarlo para que se ajuste a las necesidades de nuestro sitio web en desarrollo.

En lugar de utilizar un selector SQL, se exploraron otras opciones para manejar y presentar la información en nuestro sitio web. Por lo cual se consideró el uso de formularios en línea o interfaces personalizadas que permitiera a los usuarios ingresar los datos relevantes. Posteriormente, esos datos podrían ser procesados en el backend y así poder mostrar los resultados de manera apropiada en el sitio web. En concreto esta plantilla fue fundamental para determinar qué funcionalidades eran necesarias y cómo se podían implementar de manera efectiva. Por lo cual el código sirvió como base para nuestro proyecto, reciclando y modificando varios bloques de código del mismo.

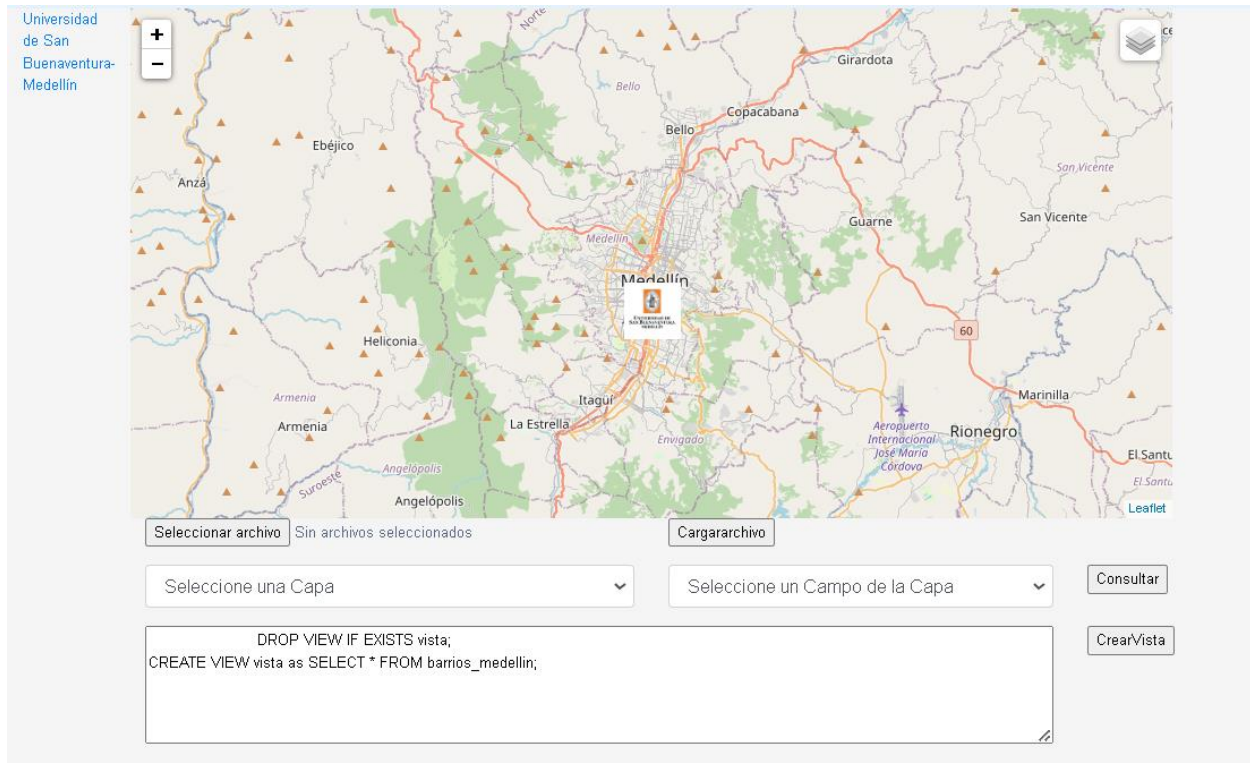


Fig. 26. Geovisor del Proyecto Plantilla

3) Prototipo 3. Desarrollo Propio Basado en Reciclaje de Código

Este prototipo se desarrolló a partir de utilizar bloques de código reciclados de prototipos anteriores. Los prototipos anteriores permitieron identificar la necesidad de integrar la función de recolección de datos en campo a través de un formulario. En este nuevo prototipo, el objetivo fue

fortalecer la inclusión de un área en el sitio web dedicada a las estadísticas relacionadas con los marcadores que representan los daños en la vía. La integración de la toma de datos en campo mediante un formulario fue un avance significativo en comparación con los prototipos anteriores. Ahora, los usuarios pueden registrar información relevante sobre los daños en la vía de manera más eficiente y precisa. Esta funcionalidad permite recopilar datos en tiempo real, lo que facilita una mejor comprensión de la situación actual de los marcadores y ayuda a tomar decisiones informadas.

Además, la inclusión de un área de estadísticas en el sitio web proporciona una visión general de los datos recopilados. Los usuarios pueden acceder a información actualizada sobre la cantidad de marcadores, el tipo de daño más común, la distribución geográfica, entre otros datos relevantes. Esta visualización en tiempo real de las estadísticas permite una supervisión constante y ayuda a identificar tendencias o patrones que pueden requerir atención especial.

En resumen, este nuevo prototipo mejoro significativamente la capacidad de toma de datos en campo al implementar un formulario y a su vez profundizo en la toma de decisiones al incluir un área con las estadísticas más relevantes de los geodatos.

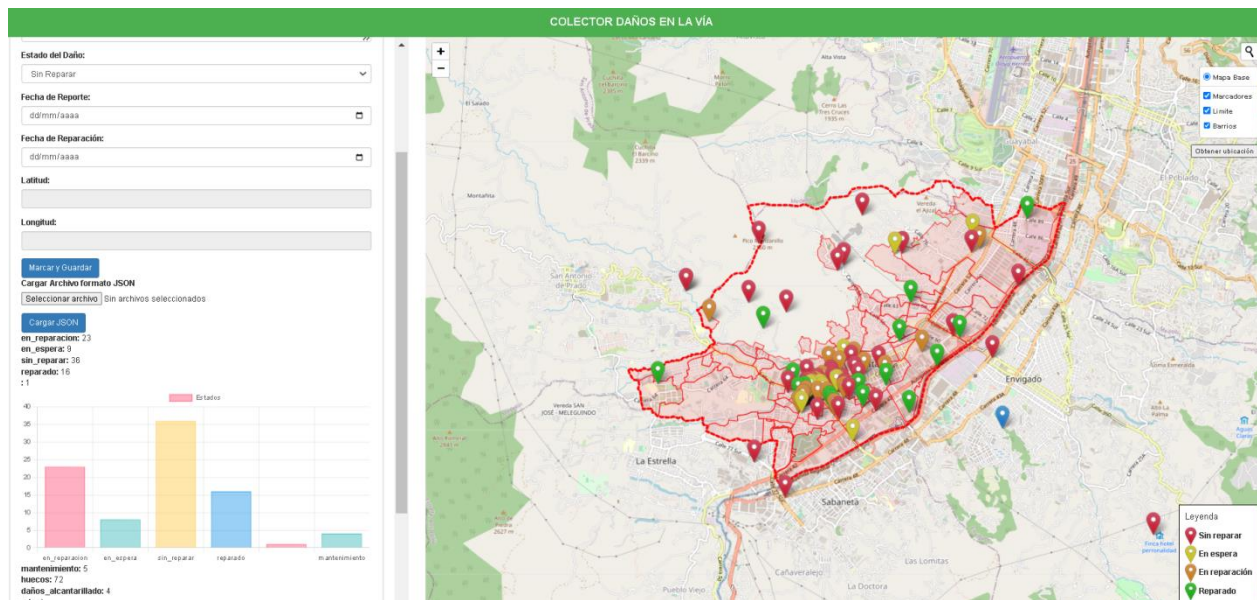


Fig. 27. Geoportál para la Gestión de Daños en la Malla Vial del Municipio de Itagüí

E. Verificar y validar el funcionamiento del GEOPORTAL mediante la aplicación de pruebas funcionales para garantizar el cumplimiento de los requisitos funcionales.

En esta fase, después de cargar el código de la aplicación y la base de datos en el servidor de alojamiento, se ejecuta un procedimiento de validación y verificación del producto definitivo antes de ponerlo a disposición tanto del cliente como de los usuarios finales. Es fundamental recalcar que estas validaciones y comprobaciones se han realizado en todas las etapas del proceso metodológico y del desarrollo del prototipo. Esto cobra una relevancia crucial, ya que cada componente debe funcionar correctamente y ser compatible con otros elementos, garantizando así la cohesión del proceso de programación.

El proceso de validación y verificación se ejecuta de manera paralela a la programación de la aplicación, con el fin de garantizar que el software alcance los propósitos y las funciones definidas en las fases previas de diseño y análisis. La validación se concentra en asegurar que el software satisfaga los requisitos tanto funcionales como no funcionales preestablecidos, esto es, que desempeñe las tareas y funciones previstas y cumpla con los estándares de rendimiento, seguridad y facilidad de uso. Se verifican aspectos como la funcionalidad de los botones y enlaces, la correcta visualización de la información, la interacción adecuada con el usuario, entre otros.

Por otro lado, la verificación se centra en confirmar que el software se haya desarrollado de acuerdo con las especificaciones y los lineamientos establecidos. Se revisa que se haya seguido el diseño propuesto, que se hayan utilizado los componentes y tecnologías adecuadas, y que se hayan cumplido los estándares de codificación y buenas prácticas.

El objetivo final de este proceso de verificación y validación es asegurar la calidad del producto final antes de su entrega. Al realizar estas pruebas, se reducen los posibles errores y se garantiza que el software cumpla con los requerimientos establecidos, ofreciendo así una experiencia satisfactoria y funcional a los usuarios finales.

- **Visualización de mapas**

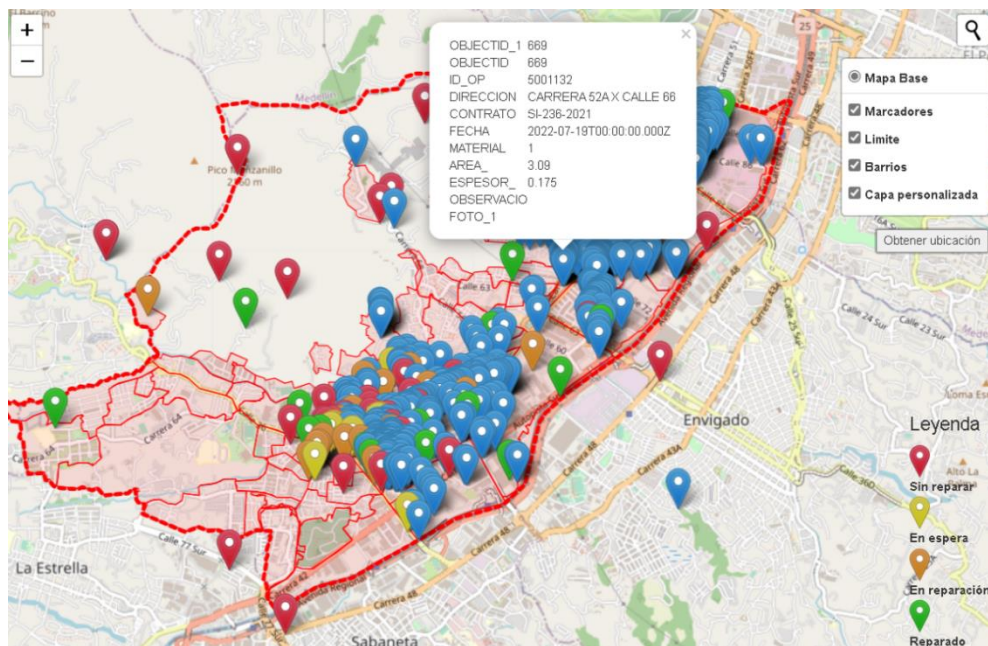


Fig. 28. Mapa de Leaflet

- **Búsqueda de ubicaciones**



Fig. 29. Control de Búsqueda

Compartir y colaborar: Los usuarios deben poder compartir mapas, capas y análisis con otros usuarios.

- **Capacidad de superposición de capas**

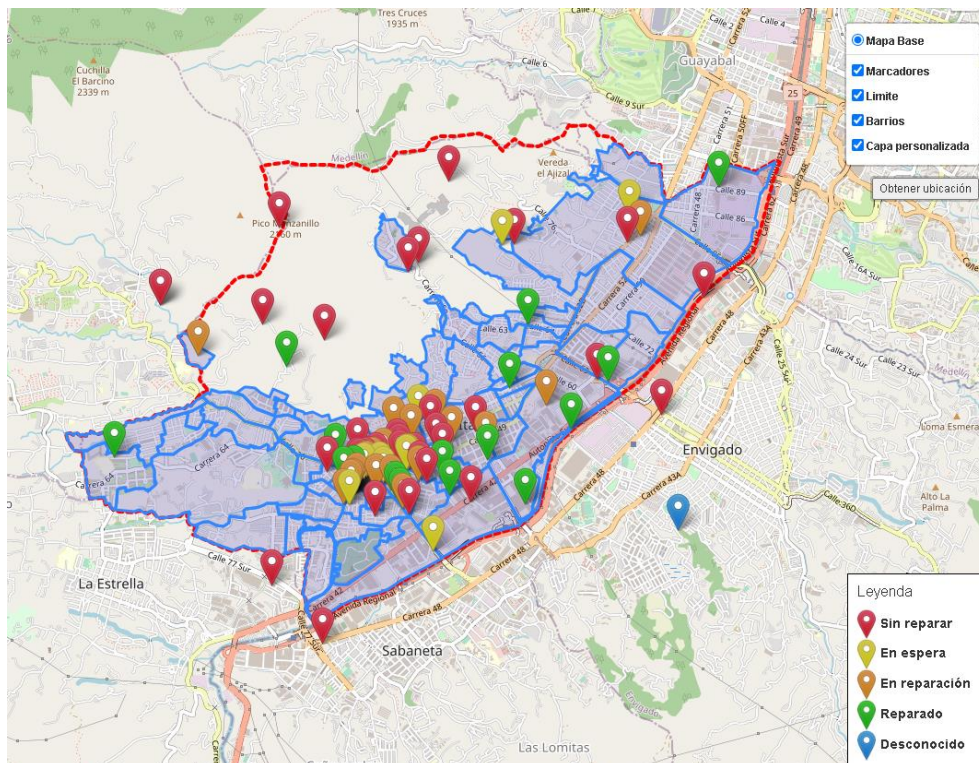


Fig. 30. Capas

- **Geolocalización:**

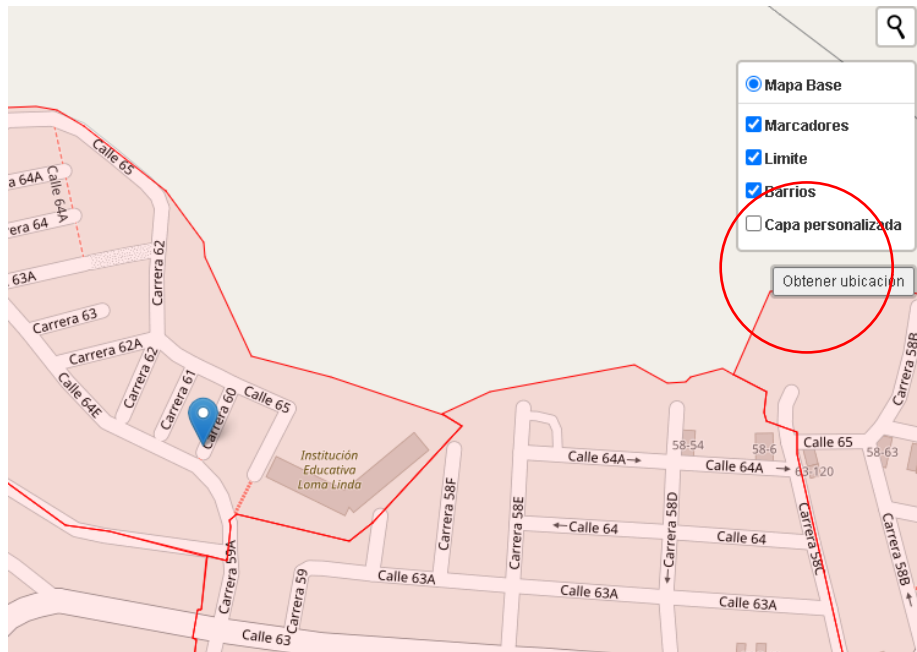



Fig. 31. Botón Geolocalización

- **Seguridad**



Sign in with   

Or

Email del Usuario

Password

Remember me Forgot Password?

Don't have an account? [Register](#)

Fig. 32. Control Acceso al sitio

- **Actuación**

<input type="checkbox"/>	Nombre Usuario	Contraseña	Acciones
<input type="checkbox"/>	paraborrar@empresa.com	a665a45920422f9d417e4867efdc4fb8a04a1f0ff1fa07e998e86f77a27ae3	
<input type="checkbox"/>	adminphp@empresa.com	1234567	
<input type="checkbox"/>	hugo@empresa.com	123	
<input type="checkbox"/>	jmmg@gmail.com	\$1\$RPguHGdA\$6itX7xlBISqNaMANnQNS.	
<input type="checkbox"/>	carlosarturo.castrocastro@gmail.com	1234567	
<input type="checkbox"/>	carlos.castro@usbmed.edu.co	1234567	
<input type="checkbox"/>	admin@empresa.com	1234567	

Showing 5 out of 25 entries

Previous 1 2 **3** 4 5 Next

Fig. 33. Control de Usuarios

- **Escalabilidad y Rendimiento:** El *GEOPORTAL* debe ser capaz de manejar grandes volúmenes de datos geográficos y proporcionar una respuesta rápida a las consultas y solicitudes de los usuarios.
- **Disponibilidad:** El *GEOPORTAL* debe estar disponible para los usuarios en todo momento, con una alta disponibilidad y tiempos de inactividad mínimos.
- **Mantenimiento:** El *GEOPORTAL* debe ser fácil de mantener y actualizar.
- **Portabilidad y Compatibilidad:** El *GEOPORTAL* debe poder ejecutarse en diferentes plataformas con cambios mínimos. Siendo compatible con diferentes dispositivos, como computadoras de escritorio, dispositivos móviles y diferentes navegadores web.
- **Usabilidad y Experiencia de Usuario:** El *GEOPORTAL* debe ser fácil de usar, con una interfaz intuitiva y amigable, y proporcionar una experiencia de usuario fluida y atractiva.
- **Fiabilidad:** El *GEOPORTAL* debe ser confiable y cumplir con los requisitos del usuario.

VIII. CONCLUSIONES

La propuesta actual de este trabajo presenta un enfoque metodológico sin precedentes en la construcción y desarrollo de un GEOPORTAL para la Gestión de Daños en la Malla Vial del municipio de Itagüí. Este se compone de tres fases: la gestión y administración de la información, el desarrollo y programación del sistema, y la publicación de la plataforma para el acceso del usuario final.

El desarrollo de arquitectura por medio de prototipos permitió determinar los requisitos específicos, desarrollar, revisar y probar la herramienta. Igualmente, la utilización de software libre con código abierto y a su vez el reciclaje del código de proyectoplantilla, como se realizó en esta investigación, permite que cualquier usuario brinde soporte y mantenimiento a la aplicación propuesta.

El diseño del GEOPORTAL consiste en un menú principal con acceso para usuarios registrados y la solicitud de acceso al sistema de información geográfica, este incluye un Geovisor y un formulario cuyos registros se almacenan en una base de datos llamada fallos_vias, la cual es gestionada por el administrador del sistema.

Durante las pruebas para validar y verificar el funcionamiento del GEOPORTAL, se accedió a la aplicación a través del enlace <https://bit.ly/3PVv6cf> alojado en un servidor de Hostinger. Se pudo comprobar que el código de la aplicación y la base de datos funcionan de manera satisfactoria, cumpliendo con las expectativas del cliente final.

La propuesta de un GEOPORTAL para la Gestión de Daños en la Malla Vial del municipio de Itagüí, acerca a la administración municipal a servicios y programas que puedan apoyar su actividad. Este GEOPORTAL proporciona una herramienta que simplifica la recolección de datos y su georreferenciación, lo cual es fundamental para mejorar la comunicación y coordinación en la reparación de daños en la malla vial.

En resumen, la implementación de un GEOPORTAL para la Gestión de Daños en la Malla Vial en Itagüí ofrece una solución efectiva para optimizar la gestión de la infraestructura vial. Proporciona una herramienta integral que simplifica la recopilación de datos, la georreferenciación

y la toma de decisiones, lo que resulta en una mayor eficiencia en la reparación de los daños viales y en una mejor calidad de las vías para los ciudadanos.

REFERENCIAS

- [1] A. Silva-Balaguera, O. D. Leguizamón, y L. L. Valiente, "Gestión de pavimentos basado en Sistemas de Información geográfica (SIG): una revisión", *Ingeniería Solidaria*, vol. 14, n° 26, p. 3, sep. 2018, doi: 10.16925/in.v14i26.2417.
- [2] G. Cardona Aguirre, "WebGIS como herramienta de soporte para la planificación agropecuaria en fincas de la región andina en Colombia," Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, 2020.
- [3] S. G.-©Design by jimpako, "Servidores Geográficos: ¿Qué es una Geodatabase?" en línea, disponible en: <https://bit.ly/458Nent>, accedido en Sep. 26, 2022.
- [4] A. LLC, "¿Qué es una aplicación móvil? | Anincubator - Blog," en línea, disponible en: <https://anincubator.com/que-es-una-aplicacion-movil/> (Accedido el 26 de noviembre de 2022).
- [5] C. M. Fernández Barrios, "Apoyo Y Soporte Técnico En La Construcción De Un Geoportal Para La Fundación Proaves Colombia," Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad De Ingeniería, Bogotá, 2018.
- [6] F. S. Foundation, "¿Qué es el Software Libre? - Proyecto GNU - Free Software Foundation," en línea, disponible en: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html> (Accedido el 27 de febrero de 2023).
- [7] M. P. Zea Ordóñez, J. R. Molina Ríos, y F. F. Redrován Castillo, *Administración de Bases de Datos con postgresql*, 19th ed., vol. 2017. España, 2017.
- [8] QGIS, "Descubre QGIS," en línea, disponible en: <https://www.qgis.org/es/site/about/index.html> (Accedido en febrero de 2023).
- [9] L. Llamas, "Ingeniería, informática y diseño: instalar-servidor-web-xampp," en línea, disponible en: <https://www.luisllamas.es/instalar-servidor-web-xampp/> (Accedido el 17 de julio de 2023).
- [10] Free Software Foundation, "¿Qué es el Software Libre? - Proyecto GNU - Free Software Foundation," en línea, disponible en: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html> (Accedido el 17 de noviembre de 2022).

-
- [11] Red Hat, "open source / what is open source," en línea, disponible en: <https://www.redhat.com/es/topics/open-source/what-is-open-source> (Accedido el 17 de julio de 2023).
- [12] Bootstrap, "Que es Bootstrap," en línea, disponible en: <https://getbootstrap.com/> (Accedido el 17 de julio de 2023).
- [13] Chart.js, "Que es Chart.js," en línea, disponible en: <https://www.chartjs.org/> (Accedido el 17 de julio de 2023).
- [14] OSGeoLive, "Leaflet Biblioteca de Mapas de Navegador Móvil," en línea, disponible en: https://live.osgeo.org/es/overview/leaflet_overview.html (Accedido el 9 de septiembre de 2023).
- [15] V. Agafonkin y M. © O. contributors, "Leaflet - a JavaScript library for interactive maps," en línea, disponible en: <https://leafletjs.com/> (Accedido el 17 de julio de 2023).
- [16] M. López Mendoza, "Qué es un lenguaje de programación," en línea, disponible en: <https://openwebinars.net/blog/que-es-un-lenguaje-de-programacion/> (Accedido el 17 de julio de 2023).
- [17] desarrolloweb.com, "Qué es HTML," en línea, disponible en: <https://desarrolloweb.com/articulos/que-es-html.html> (Accedido el 17 de julio de 2023).
- [18] PHP, "Qué es PHP," en línea, disponible en: <https://www.php.net/manual/es/intro-what-is.php> (Accedido el 17 de julio de 2023).
- [19] developer.mozilla.org, "JavaScript," en línea, disponible en: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript> (Accedido el 17 de julio de 2023).
- [20] C. A. Camacho Acuña y D. A. Henao Zuluaga, "Sistema De Información Geográfica Aplicada A La Localización Y Análisis De Fugas De Agua Potable En Las Redes De Los Usuarios De La Empresa Ibal En La Ciudad De Ibagué," Tesis de grado, Universidad De Manizales, Manizales, 2018.
- [21] P. Huet, "Arquitectura de software: qué es y qué tipos existen," en línea, disponible en: <https://openwebinars.net/blog/arquitectura-de-software-que-es-y-que-tipos-existen/> (Accedido el 17 de julio de 2023).
- [22] Precognis, "Modelo Vista Controlador," en línea, disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/modelo-vista-controlador-precognis/?originalSubdomain=es> (Accedido el 9 de septiembre de 2023).

-
- [23] M.A. Álvarez, "Qué es MVC," en línea, disponible en: <https://desarrolloweb.com/articulos/que-es-mvc.html> (Accedido el 17 de julio de 2023).
- [24] U. Hernández, "MVC (Modelo Vista Controlador) explicado," en línea, disponible en: <https://codigofacilito.com/articulos/mvc-model-view-controller-explicado> (Accedido el 17 de julio de 2023).
- [25] Visuresolutions, "Ejemplos y plantillas de requisitos funcionales," en línea, disponible en: <https://visuresolutions.com/es/requirements-management-traceability-guide/functional-requirements-examples-templates/> (Accedido el 17 de julio de 2023)
- [26] HOSTINGER, "Hostinger Características de Funcionalidad," en línea, disponible en: <https://www.hostinger.co/certificado-ssl-gratis> (Accedido el 9 de septiembre de 2023).

XIII.ANEXOS

- Manual técnico de funcionamiento Geoportal.