Universidad Popular del Cesar	**PROYECTO DE GRADO**	



INFRAVALLE: Desarrollo de un prototipo de aplicación móvil para el reporte y seguimiento ciudadano de problemas de infraestructura pública en Valledupar.

PREPARADO POR:

CAMILA CASTRO QUIJANO

EMILY CUELLO CORONEL

OCTUBRE DE 2026

RESUMEN

El presente proyecto de grado tiene como objetivo desarrollar un prototipo de aplicación móvil denominado InfraValle, orientado al reporte y seguimiento ciudadano de problemas de infraestructura pública en Valledupar. La iniciativa surge de la necesidad de contar con una herramienta digital que permita registrar y organizar información sobre incidentes que afectan el entorno urbano, facilitando su consulta y análisis.

El desarrollo se realizó mediante una metodología ágil basada en SCRUM, utilizando Flutter para la construcción de la interfaz y Firebase para la autenticación de usuarios y el almacenamiento de información. La aplicación permite registrar reportes con descripción, fotografía, ubicación geográfica y barrio, así como consultar los reportes disponibles, visualizar sus estados y acceder a los comentarios administrativos. Adicionalmente, incorpora un módulo administrativo con funciones para actualizar estados, agregar comentarios, filtrar reportes por barrio y tipo de daño, y visualizar indicadores y gráficas relacionadas con la información registrada.

La evaluación se llevó a cabo mediante diez casos de prueba funcional y una prueba inicial de usabilidad con cinco participantes, quienes realizaron siete tareas cada uno. Los diez casos de prueba fueron aprobados y las 35 tareas de usabilidad se completaron satisfactoriamente, alcanzando un porcentaje de éxito del 100 %. El tiempo promedio de ejecución fue de dos minutos y nueve segundos, mientras que la puntuación promedio obtenida en el cuestionario System Usability Scale (SUS) fue de 88 sobre 100.

Los resultados evidencian un funcionamiento satisfactorio de las operaciones evaluadas y una percepción favorable de usabilidad entre los participantes. Sin embargo, InfraValle corresponde a un prototipo académico y no se realizó una implementación piloto con la entidad municipal competente. Se concluye que la aplicación constituye una base tecnológica funcional para el registro y seguimiento de problemas de infraestructura pública, cuya posible contribución a la gestión institucional deberá evaluarse mediante pruebas ampliadas y una eventual implementación piloto autorizada.

Palabras clave: Infraestructura pública, participación ciudadana, aplicación móvil, georreferenciación, seguimiento de reportes, Flutter.

ABSTRACT

This degree project aims to develop a mobile application prototype called InfraValle, designed to support citizen reporting and tracking of public infrastructure problems in Valledupar, Colombia. The initiative addresses the need for a digital tool that enables the registration and organization of information about incidents affecting the urban environment, facilitating data consultation and analysis.

The prototype was developed using an agile methodology based on SCRUM, with Flutter for the user interface and Firebase for user authentication and information storage. The application allows users to submit reports containing a description, photograph, geographic location, and neighborhood. It also enables users to consult available reports, view their statuses, and access administrative comments. Additionally, the administrative module provides features for updating report statuses, adding comments, filtering reports by neighborhood and damage type, and displaying indicators and charts based on the recorded information.

The prototype was evaluated through ten functional test cases and an initial usability assessment involving five participants, each of whom completed seven tasks. All ten functional test cases passed, and all 35 usability tasks were completed successfully, resulting in a 100% task completion rate. The average task completion time was two minutes and nine seconds, while the average score on the System Usability Scale (SUS) questionnaire was 88 out of 100.

The results indicate satisfactory performance of the tested operations and a favorable perception of usability among the participants. However, InfraValle is an academic prototype, and no pilot implementation was conducted with the competent municipal institution. It is concluded that the application provides a functional technological foundation for reporting and tracking public infrastructure problems. Its potential contribution to institutional management must

be assessed through further testing and a possible authorized pilot implementation.

Keywords: Public infrastructure, citizen participation, mobile application, georeferencing, report tracking, Flutter.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 6

SECCIÓN I: DESCRIPCIÓN GENERAL 7

1.1 Título del Proyecto de Grado 7
1.2 Dirección de Ejecución 7
1.3 Lapso de Ejecución 7
1.4 Organismo o Institución Responsable del Proyecto 7
1.5 Información de contacto de los estudiantes 7
1.6 Línea, sublínea y grupo de investigación del Proyecto 7

SECCIÓN II: DESCRIPCIÓN SITUACIONAL 7

2.1 Identificación del Problema 7
2.2 Justificación del Proyecto 9
2.2.1 Pregunta de investigación 9
2.3 Objetivos del Proyecto 11
Objetivo General 11
Objetivos Específicos 11
2.3 Bases Teóricas 14
2.4.1 Antecedentes 14
2.4.1.1 Antecedentes históricos 15
2.4.1.2 Antecedentes investigativos 16
2.4.1.3 Antecedentes legales 18
2.4.2 Marco Teórico 19
2.4.3 Marco Conceptual 21
2.5 Marco Metodológico 23
2.5.1 Métodos y Enfoques 23
2.5.2 Técnicas e Instrumentos 25
2.5.3 Fuentes de Información 25
2.5.4 Entorno, Población y Muestra 25
2.5.5 Variables de Estudio 26
2.5.6 Consideraciones Éticas 26
2.5.7 Análisis de Riesgos 27

2.6 Resultados Esperados 28
2.7 Cronograma de Actividades 30
2.8 Presupuesto 31

SECCIÓN III: DESARROLLO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO 33

3.1 Desarrollo de las fases de la metodología de sistemas propuesta..... 33
3.1.1 Product Backlog 34
3.1.2 Criterios de aceptación 36
3.1.3 Desarrollo mediante Sprints 37
Sprint 1 – Registro y autenticación 37
Sprint 2 – Creación de reportes 38
Sprint 3 – Seguimiento y administración 38
Sprint 4 – Validación y ajustes 39
3.1.4 Ceremonias SCRUM 40
3.1.5 Incrementos del producto por Sprint 42
3.1.5.1 Incremento del Sprint 1 – Registro y autenticación 42
3.1.5.2 Incremento del Sprint 2 – Creación de reportes 43
3.1.5.3 Incremento del Sprint 3 – Seguimiento y administración 44
3.1.5.4 Incremento del Sprint 4 – Validación y ajustes 45
3.1.6 Requisitos Funcionales 46
3.1.7 Requisitos No Funcionales 49
3.1.8 Arquitectura 51
3.1.9 Modelo de Datos 53
3.1.10 Casos de Prueba 55
3.1.11 Evaluación Cuantitativa de la Usabilidad 59
3.2 Análisis de Resultados y Discusión 72
3.3 Conclusiones 80
3.4 Recomendaciones 81
3.5 Bibliografía 84

INTRODUCCIÓN

La infraestructura pública forma parte de la vida diaria de los habitantes de Valledupar. El estado de las vías, el alumbrado público y los sistemas de drenaje, entre otros elementos, afecta la movilidad y la calidad de los espacios que utiliza la comunidad. Cuando aparece algún daño, es importante contar con medios que permitan comunicarlo de forma clara y proporcionar información que facilite su identificación y seguimiento.

Sin embargo, comunicar este tipo de situaciones no siempre garantiza que los ciudadanos puedan consultar posteriormente qué ha sucedido con sus reportes. Por ello, las herramientas digitales representan una alternativa para complementar los canales tradicionales de atención y participación ciudadana. Las investigaciones sobre participación electrónica indican que su utilidad depende tanto de las posibilidades que ofrece la tecnología como de la respuesta institucional, la confianza de los usuarios y las condiciones de acceso [4][5][6].

A partir de esta necesidad se desarrolló InfraValle, un prototipo de aplicación móvil que permite a los ciudadanos reportar y consultar problemas relacionados con la infraestructura pública de Valledupar. La aplicación permite registrar una cuenta, iniciar sesión, describir una situación, adjuntar una fotografía, seleccionar la ubicación del reporte mediante un mapa e indicar el barrio donde se presenta el problema. Asimismo, permite consultar los reportes registrados y conocer su estado, facilitando el seguimiento de las situaciones comunicadas por la ciudadanía.

El módulo administrativo incorpora herramientas para gestionar los reportes mediante la actualización de sus estados y la inclusión de comentarios. Además, cuenta con un dashboard organizado en una pestaña independiente de la lista de reportes. Este panel permite consultar indicadores generales y visualizar

información estadística sobre las incidencias registradas, como los daños más reportados por barrio, la distribución de los reportes según su estado y su evolución mensual, así como identificar los reportes pendientes que llevan más tiempo registrados. En la pestaña de reportes, el administrador puede consultar las incidencias y utilizar filtros para organizar la información por barrio y tipo de daño.

El desarrollo del prototipo se organizó mediante la metodología ágil SCRUM, que permitió distribuir el trabajo en distintos Sprints y revisar progresivamente las funcionalidades implementadas. Para construir la solución se utilizaron herramientas tecnológicas como Flutter y Firebase, junto con servicios de mapas para asociar una ubicación geográfica a los reportes registrados.

El proyecto se relaciona con los principios de participación ciudadana y gobierno abierto, porque explora una alternativa digital para comunicar situaciones que afectan el entorno urbano y organizar la información recopilada. No obstante, InfraValle es un prototipo académico: su desarrollo no demuestra por sí solo que hayan disminuido los tiempos de respuesta institucional ni que exista una integración oficial con las dependencias municipales. Estos resultados requerirían una implementación piloto y la participación de las entidades responsables [14][18][19].

En este documento se presenta el problema que originó el proyecto, sus fundamentos teóricos y metodológicos, el proceso de desarrollo de la aplicación, las funcionalidades implementadas y los resultados de las pruebas realizadas. Finalmente, se exponen las conclusiones y recomendaciones derivadas de la construcción y evaluación del prototipo.

SECCIÓN I: Descripción General

1.1 Título del Proyecto de Grado:

InfraValle: Desarrollo de un prototipo de aplicación móvil para el reporte y seguimiento ciudadano de problemas de infraestructura pública en Valledupar.

1.2 Dirección de Ejecución:

Valledupar, Cesar – Colombia.

1.3 Lapso de Ejecución:

7 meses

1.4 Organismo o Institución Responsable del Proyecto:

Universidad Popular del Cesar – Proyecto abierto con apoyo de la Oficina de Participación Ciudadana del Municipio de Valledupar.

1.5 Información de contacto de los estudiantes:

NOMBRE	APELLIDO	IDENTIFICACION	CELULAR	CORREO
CAMILA ANDREA	CASTRO QUIJANO	1004463330	3006859891	CACASTROQUIJANO@UNICESAR.EDU.CO
EMILY GUISEL	CUELLO CORONEL	1122417360	3154443558	EGCUELLO@UNICESAR.EDU.CO

1.6 Línea, sublínea y grupo de investigación del Proyecto:

I. **Línea:** Tecnologías de la Información y la Comunicación
II. **Sublínea:** Ingeniería de Software
III. **Área temática:** Construcción de Software
IV. **Grupo de investigación:** GISICO

SECCIÓN II: Descripción Situacional

2.1 Identificación del Problema:

La infraestructura pública en Valledupar presenta fallas que afectan la calidad de vida y la movilidad urbana. Entre las situaciones que pueden presentarse se encuentran el deterioro de las vías, la presencia de huecos, las placas fracturadas y la falta de señalización, problemas que pueden generar dificultades para la circulación y riesgos para los ciudadanos. De acuerdo con los antecedentes consultados para este proyecto, estas situaciones representan un desafío para la gestión y el mantenimiento de la infraestructura urbana.

A pesar de las inversiones y los proyectos destinados al mejoramiento de la infraestructura vial del municipio, persiste la necesidad de contar con mecanismos que faciliten la recepción, organización y consulta de los reportes ciudadanos relacionados con los daños existentes. La ejecución de obras de infraestructura no elimina la necesidad de disponer de herramientas que permitan documentar las incidencias identificadas por la comunidad y hacer seguimiento a la información registrada.

Actualmente, los ciudadanos pueden comunicar este tipo de situaciones mediante diferentes canales, como la atención presencial y las redes sociales. Sin embargo, cuando la información se encuentra dispersa, puede resultar difícil consultar posteriormente el estado de cada reporte, identificar su ubicación y mantener una trazabilidad organizada. Esta situación evidencia la importancia de contar con herramientas tecnológicas que faciliten el registro de la información y permitan realizar consultas de manera estructurada.

Asimismo, la organización de los reportes por barrio y tipo de daño puede contribuir a identificar cuáles son las incidencias más frecuentes en determinados sectores. Sin herramientas que permitan consultar y analizar esta información, resulta más difícil obtener una visión general de los problemas registrados y reconocer patrones que puedan servir como apoyo para la toma de decisiones administrativas.

En este contexto, se identifica la necesidad de una solución digital que:

I. Facilite el registro de problemas de infraestructura pública mediante descripciones, evidencias fotográficas y selección de su ubicación geográfica.

II. Permita organizar y consultar los reportes ciudadanos, incluyendo información sobre el barrio donde se presenta cada incidencia y su estado de seguimiento.

III. Proporcione herramientas administrativas para filtrar los reportes y consultar estadísticas sobre los daños registrados, su distribución por barrio, su estado y su evolución en el tiempo.

IV. Favorezca la participación ciudadana y la disponibilidad de información organizada para apoyar el seguimiento de los problemas de infraestructura pública.

La ausencia de herramientas integradas para registrar, consultar y analizar este tipo de información constituye una oportunidad para desarrollar soluciones tecnológicas orientadas a apoyar la gestión de los reportes ciudadanos. En respuesta a esta necesidad, InfraValle se plantea como un prototipo de aplicación móvil que reúne funciones de registro, georreferenciación, seguimiento y análisis administrativo de los reportes sobre infraestructura pública en la zona urbana de Valledupar.

Formulación del problema

¿De qué manera el desarrollo y la evaluación de un prototipo de aplicación móvil con georreferenciación, trazabilidad y herramientas de análisis administrativo pueden apoyar el proceso de reporte ciudadano y seguimiento de fallas en la infraestructura pública de la zona urbana de Valledupar?

2.2 Justificación del Proyecto:

La gestión de la infraestructura pública requiere mecanismos que permitan detectar, registrar y consultar problemas como el deterioro de las vías, las luminarias dañadas o las alcantarillas obstruidas. La ciudadanía puede comunicar estas situaciones por diferentes medios, pero cuando la información se encuentra dispersa, resulta más difícil organizar los reportes y consultar su estado. Frente a esta situación, InfraValle propone una solución tecnológica que permite registrar incidentes relacionados con la infraestructura pública mediante una descripción, evidencia fotográfica, selección de la ubicación geográfica y registro del barrio donde se presenta el problema. La aplicación también permite a los ciudadanos consultar los reportes registrados y conocer su estado. Por su parte, el módulo administrativo facilita la gestión de las incidencias mediante la actualización de estados, la incorporación de comentarios y la consulta de información estadística. De esta manera, el proyecto explora cómo

las herramientas digitales pueden apoyar el registro, la organización y el seguimiento de los reportes ciudadanos.

Justificación teórica: El proyecto se fundamenta en los principios de los sistemas de información, que permiten registrar, organizar y consultar datos para apoyar los procesos de gestión y toma de decisiones. InfraValle integra información textual, visual y geográfica en un entorno digital, e incorpora la clasificación de los reportes por barrio y tipo de daño. Asimismo, el dashboard administrativo permite consultar estadísticas sobre la distribución de las incidencias por estado, los daños más reportados en cada barrio, la evolución mensual de los reportes y los casos pendientes de mayor antigüedad. Estas funcionalidades se relacionan con los enfoques de participación ciudadana y gobierno abierto, que promueven el acceso a la información y la interacción entre la ciudadanía y las instituciones. Su incorporación permite explorar el potencial de una herramienta digital para organizar y analizar información sobre problemas que afectan el entorno urbano, sin asumir que su existencia, por sí sola, garantice mejoras en la gestión pública.

Justificación práctica: El desarrollo de InfraValle permite disponer de un prototipo funcional en el que los ciudadanos pueden reportar problemas de infraestructura, adjuntar fotografías, seleccionar su ubicación en un mapa, indicar el barrio correspondiente y consultar los reportes registrados. El módulo administrativo permite actualizar estados, agregar comentarios, consultar indicadores y utilizar filtros para organizar la información por barrio y tipo de daño. Además, el dashboard facilita la identificación de las incidencias más frecuentes, la consulta de su distribución por estado, el análisis de su evolución mensual y la identificación de reportes pendientes que llevan más tiempo registrados. Estas herramientas permiten centralizar y consultar la información almacenada en el sistema. Sin

embargo, para determinar si su utilización reduce los tiempos de atención, los costos o las dificultades de gestión, sería necesario realizar una prueba piloto y evaluar indicadores definidos previamente.

Impacto potencial del proyecto: El principal aporte de InfraValle consiste en demostrar la viabilidad técnica de un prototipo que integra el registro, la georreferenciación, el seguimiento y el análisis administrativo de reportes ciudadanos sobre infraestructura pública. Para la comunidad, la aplicación ofrece un medio digital para documentar problemas de su entorno y consultar el estado de los reportes. Para los responsables de la administración, las herramientas de consulta y visualización estadística pueden facilitar el reconocimiento de patrones y la organización de la información disponible. No obstante, como el proyecto no se ha implementado oficialmente con la Oficina de Participación Ciudadana de Valledupar, estos beneficios se consideran potenciales y deberán evaluarse mediante una futura prueba piloto con participación institucional.

Objetivos del Proyecto:

1. Objetivo General

Desarrollar un prototipo funcional de aplicación móvil que permita a los habitantes de Valledupar documentar, georreferenciar y dar seguimiento a incidentes en la infraestructura urbana, creando un canal digital de comunicación entre la ciudadanía y las autoridades competentes.

2. Objetivos Especificos

I. Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales necesarios para el desarrollo de un prototipo de reporte y seguimiento de problemas relacionados con la infraestructura pública en Valledupar.

- **Indicador de logro medible:**

Indicador: Porcentaje de requerimientos funcionales y no funcionales identificados y documentados respecto del total de requerimientos definidos para el alcance del prototipo.

Métrica de verificación: Documento de requisitos que contenga la descripción y clasificación de los requerimientos funcionales y no funcionales considerados durante el desarrollo de InfraValle. Se verificará que los requerimientos documentados estén relacionados con las funcionalidades incluidas en el prototipo y sirvan como referencia para su diseño e implementación.

II. Diseñar la interfaz gráfica y la arquitectura del prototipo, considerando criterios de usabilidad, organización de la información y ubicación geográfica de los reportes.

- **Indicador de logro medible:**

Indicador: Porcentaje de los componentes de diseño y arquitectura definidos para el prototipo que fueron documentados e incorporados en la solución desarrollada.

Métrica de verificación: Documentación de la interfaz gráfica, estructura de navegación, arquitectura del sistema y organización de los datos utilizados por la aplicación. La verificación se realizará mediante la revisión de los diseños, diagramas y pantallas implementadas, comprobando su correspondencia con las funcionalidades desarrolladas.

III. Implementar un prototipo funcional que permita el registro e inicio de sesión de usuarios, la creación de reportes con descripción, evidencia fotográfica, barrio y ubicación seleccionada mediante un mapa, así como la consulta y el seguimiento de los reportes. El prototipo también deberá incorporar herramientas administrativas para actualizar estados, registrar comentarios, filtrar incidencias y consultar estadísticas sobre los problemas de infraestructura reportados.

Indicador de logro medible:

Indicador: Porcentaje de funcionalidades implementadas que superan satisfactoriamente los casos de prueba definidos para verificar el funcionamiento del prototipo.

Métrica de verificación: Ejecución de los casos de prueba funcionales definidos para InfraValle, relacionados con el registro de usuarios, inicio de sesión, acceso administrativo, creación de reportes, incorporación de fotografías, registro del barrio, selección de ubicación, consulta de reportes, actualización de estados, visualización de comentarios, filtrado por barrio y tipo de daño y consulta de estadísticas administrativas. Se registrará el resultado de cada caso ejecutado y se calculará el porcentaje de cumplimiento a partir de los casos aprobados respecto del total ejecutado.

IV. Evaluar el funcionamiento y la usabilidad del prototipo mediante casos de prueba y pruebas controladas con participantes, con el propósito de verificar las funcionalidades implementadas y obtener indicadores sobre la realización de tareas y la experiencia de uso.

- **Indicador de logro medible:**

Indicador: Puntaje promedio obtenido mediante la escala System Usability Scale (SUS), tasa de éxito en la realización de tareas y tiempo promedio empleado por los participantes durante la evaluación del prototipo.

Métrica de verificación: Realización de pruebas de usabilidad con cinco participantes, cada uno encargado de completar siete tareas relacionadas con las principales funcionalidades de InfraValle. Se registrarán las tareas completadas satisfactoriamente, el tiempo empleado y el puntaje obtenido en la escala SUS. Como criterios de referencia se considerará un puntaje SUS superior a 70 sobre 100 y una tasa de éxito de las tareas igual o superior al 85 %. Los resultados se presentarán mediante tablas de tiempos, tareas completadas y puntuaciones SUS,

permitiendo comparar los resultados obtenidos con los criterios establecidos. Las nuevas funciones administrativas se incluirán en las tareas de evaluación cuando corresponda al alcance de la prueba.

2.3 Bases Teóricas:

Para entender cómo surgió InfraValle, es importante revisar conceptos como la participación ciudadana, el gobierno abierto, los sistemas de información y la georreferenciación. Estos temas explican por qué una herramienta digital puede ser útil para registrar problemas en la infraestructura pública y permitir su consulta más adelante.

Además, se consideran experiencias previas de participación digital y las normas colombianas sobre participación ciudadana y gestión pública. Esta revisión ayuda a establecer las bases del proyecto y a reconocer tanto las ventajas como los desafíos que pueden surgir al usar este tipo de soluciones [4][5][11][13].

2.4.1. Antecedentes:

La gestión de infraestructura pública en ciudades intermedias como Valledupar La revisión de antecedentes permite conocer algunas experiencias en las que se han usado herramientas digitales para facilitar la participación de los ciudadanos en asuntos públicos.

Para InfraValle, la revisión revisó iniciativas de participación digital, investigaciones sobre plataformas de gobierno electrónico y documentos relacionados con la gestión de información territorial.

Estos antecedentes sirven como referencia para definir el alcance del prototipo y comprender que una aplicación no depende solo de su funcionamiento técnico.

También es importante considerar la facilidad de uso, el acceso a la tecnología y la forma en que las instituciones podrían recibir y atender la información enviada por la ciudadanía [3][5][6].

2.4.1.1. Antecedentes Históricos:

En Colombia han surgido proyectos que buscan darle espacio a la ciudadanía para que participe en asuntos que afectan a su comunidad. Uno de esos proyectos es Bogotá Abierta, una plataforma creada por el Instituto Distrital de la Participación y Acción Comunal (IDPAC). Esta iniciativa permitió que las personas presentaran ideas y se involucraran en consultas sobre temas importantes para la ciudad [1].

Bogotá Abierta demuestra que las herramientas digitales pueden servir para recoger opiniones de la gente y acercarlas a los procesos del gobierno. Pero también es importante que las instituciones usen las ideas que reciben y que tengan una comunicación clara con quienes participan.

Estas experiencias son un ejemplo para InfraValle, aunque hay diferencias entre lo que busca cada uno. Mientras Bogotá Abierta se enfoca en la participación y la creación conjunta de ideas, InfraValle se dedica a registrar problemas relacionados con la infraestructura pública, vincularlos a una ubicación y permitir que se conozca el estado de cada uno. Por eso, el caso de Bogotá Abierta sirve como referencia sobre el uso de herramientas digitales para la participación, no como prueba de que ambos sistemas funcionen de la misma manera [1].

2.4.1.2. Antecedentes Investigativos:

Hay estudios académicos y experiencias institucionales que han investigado cómo usar apps móviles para registrar problemas del entorno y ayudar a la comunicación entre los ciudadanos y las entidades públicas. Estos estudios dan ideas útiles para

diseñar una solución como InfraValle, sobre todo en temas de ubicación de reportes, registro de evidencias y consulta de información.

Rivera Rivera (2024) creó una app móvil con geolocalización para reportar daños en la infraestructura urbana de Ambato, Ecuador. Este estudio es muy cercano al propósito de InfraValle, porque usa tecnología móvil para registrar situaciones del entorno urbano y las vincula con datos geográficos [2].

Otra experiencia es la guía del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo sobre la solución digital “Cómo va mi barrio”, desarrollada en el contexto del reto GAD Innova. Esta iniciativa sirve como referencia para analizar cómo organizar los reportes ciudadanos y cómo incluir a funcionarios en la gestión de la información recibida [3].

Huayra y Contreras (2025) revisaron estudios sobre plataformas digitales de participación ciudadana en gobiernos locales. Su trabajo muestra oportunidades relacionadas con la transparencia y la colaboración, pero también dificultades como la brecha digital, la confianza en las instituciones y el nivel de conocimiento tecnológico de los usuarios [4].

Adnan et al. (2022) analizó factores que pueden limitar la participación electrónica en iniciativas gubernamentales. Se estudiaron dificultades de acceso, confianza de los ciudadanos y el papel de las instituciones. Estos aspectos son relevantes para InfraValle, porque el funcionamiento de una app no garantiza que la ciudadanía la use o que sus reportes reciban atención [5].

Benlahcene et al. (2024) estudiaron la participación ciudadana mediante servicios de gobierno electrónico. Su revisión muestra que la utilidad de estos servicios depende de su diseño, la calidad de la información y la posibilidad real de interacción entre ciudadanos y entidades públicas [6].

Suárez Elías y Noboa (2024) examinaron la participación ciudadana en línea en gobiernos locales. Su investigación ayuda a entender que el diseño de los canales digitales debe responder a las necesidades de los usuarios y al contexto institucional donde se usan [7].

Bono Rosselló et al. (2025) trataron el uso de inteligencia artificial en plataformas de participación ciudadana. Aunque InfraValle no usa inteligencia artificial, este antecedente permite reconocer la importancia de considerar las implicaciones éticas y sociales al introducir nuevas tecnologías en procesos públicos [8].

Muñoz Castañeda et al. (2024) analizaron mecanismos de gobernanza electrónica y su relación con la participación y el control social. Su trabajo contextualiza el papel de las herramientas digitales en la gestión pública, sin olvidar las dificultades de acceso y participación que pueden afectar su uso [9].

Charnock, March y Ribera-Fumaz (2021) estudiaron la relación entre los espacios urbanos, la ciudadanía y las dinámicas de transformación de las ciudades. Este trabajo ofrece un marco para reflexionar sobre la dimensión social de las tecnologías urbanas y la importancia de considerar a las comunidades en las iniciativas sobre su entorno [10].

En conjunto, los antecedentes revisados muestran que las plataformas digitales pueden ofrecer alternativas para organizar información y facilitar la participación ciudadana. También señalan aspectos que deben tenerse en cuenta en InfraValle, como la facilidad de uso, el acceso a la tecnología, la protección de los datos y la necesidad de establecer mecanismos institucionales para atender los reportes. Estas experiencias sirven como referencia para el desarrollo del prototipo, pero no garantizan que InfraValle obtenga los mismos resultados que los proyectos estudiados.

2.4.1.3. **Antecedentes Legales**:

En Colombia existen normas que respaldan la participación ciudadana y guían el uso de tecnología en la administración pública. Estas leyes son importantes para InfraValle, ya que el proyecto pretende crear una plataforma digital para que las personas reporten problemas relacionados con la infraestructura y accedan a la información de manera sencilla.

La Ley 1757 de 2015 establece medidas para proteger y promover el derecho a la participación democrática. Esta norma ayuda a entender por qué es fundamental tener mecanismos que permitan a los ciudadanos participar en asuntos públicos y expresar sus necesidades ante las autoridades [11].

Por otro lado, la Ley 1682 de 2013 trata sobre la infraestructura de transporte. Aunque no está directamente relacionada con aplicaciones de reporte ciudadano, da contexto al tipo de problemas de infraestructura que podrían ser reportados en InfraValle [12].

El Decreto 767 de 2022 define lineamientos para la Política de Gobierno Digital en el país. Su análisis es relevante porque aborda cómo usar las tecnologías de la información en la gestión pública y cómo transformar los procesos y servicios del sector [13].

Estas disposiciones ofrecen un marco legal que apoya el proyecto. Pero no significa que InfraValle sea una plataforma oficial del municipio ni que haya una integración institucional formal. El prototipo se plantea como una herramienta académica que prueba una alternativa digital para registrar y consultar reportes ciudadanos.

2.4.2. Marco Teórico:

El desarrollo de InfraValle se basa en varios conceptos ligados a la participación ciudadana, al gobierno abierto, a los sistemas de información y a la georreferenciación. Estos temas ayudan a explicar el valor potencial de una

aplicación que reúne información sobre problemas de infraestructura y facilita su consulta.

Participación ciudadana y gobierno abierto

La participación ciudadana incluye las diferentes maneras en que las personas pueden expresar sus necesidades e intervenir en asuntos de interés colectivo. En el ámbito digital, la participación ciudadana puede apoyarse en plataformas que faciliten el intercambio de información entre la ciudadanía y las instituciones. Sin embargo, tener un canal tecnológico no garantiza por sí solo que las opiniones o reportes de la ciudadanía se traduzcan en decisiones o acciones institucionales [14][15].

El gobierno abierto, por su parte, se relaciona con principios como la transparencia, la participación y la rendición de cuentas. Desde esta perspectiva, las tecnologías pueden facilitar el acceso a la información y crear nuevas formas de interacción con las entidades públicas. Para que estas herramientas tengan utilidad práctica, también se requiere claridad sobre los procesos institucionales y sobre la forma en que se atienden las solicitudes recibidas [14][19].

En InfraValle, estos conceptos se reflejan en la posibilidad de registrar un problema, consultar los reportes y revisar su estado. El prototipo permite organizar esta información en un entorno digital, aunque la atención efectiva de los casos dependerá de los procedimientos y de la participación de las entidades responsables.

Sistemas de información

Los sistemas de información permiten reunir, almacenar, procesar y consultar datos para apoyar diferentes actividades. En un proyecto como InfraValle, la función de

los sistemas de información consiste en organizar la información ingresada por los usuarios y permitir su consulta desde los módulos correspondientes.

La literatura sobre gobierno electrónico destaca que las herramientas digitales deben responder a necesidades concretas de los usuarios y considerar las condiciones en las que serán utilizadas [5][6]. Por ello, el desarrollo de una aplicación no se limita a construir una interfaz: también exige definir qué información se registra, cómo se almacena y qué operaciones puede realizar cada tipo de usuario.

InfraValle aplica este principio mediante el registro de usuarios y reportes, el almacenamiento de la información asociada y la consulta desde las vistas ciudadana y administrativa. Estas funciones constituyen la base técnica del prototipo.

Georreferenciación

La georreferenciación consiste en relacionar información con una ubicación geográfica. Esta relación es útil cuando los datos describen situaciones que ocurren en lugares determinados, pues permite identificar dónde se presenta cada caso y consultar la información junto con su ubicación [17].

En InfraValle, el usuario selecciona la ubicación del reporte mediante un mapa. De esta manera, la información registrada incluye una referencia geográfica que complementa la descripción escrita y la evidencia fotográfica. Es importante precisar que esta funcionalidad corresponde a la selección de una ubicación en el mapa y no debe describirse como un sistema de seguimiento continuo de la posición del usuario.

Tecnología cívica y herramientas digitales

La tecnología cívica comprende el uso de herramientas tecnológicas para apoyar la participación, la colaboración y la relación entre las personas y las instituciones.

Estas iniciativas pueden facilitar el acceso a determinados procesos públicos, aunque su alcance depende del contexto, del diseño de la herramienta y de la disposición de los actores involucrados a utilizarla [7][18].

InfraValle se relaciona con este enfoque porque permite registrar información sobre situaciones del entorno urbano y facilita su consulta posterior. Su aporte, dentro del alcance académico, consiste en demostrar el funcionamiento de un canal digital para organizar reportes, sin afirmar que ya haya generado cambios en la gestión municipal.

En conjunto, estos conceptos sustentan las decisiones generales del proyecto y ayudan a explicar por qué se eligieron funcionalidades como el registro de reportes, la incorporación de fotografías, la selección de una ubicación y la consulta de estados.

2.4.3. Marco Conceptual:

Para entender bien qué es InfraValle, es importante aclarar algunos términos que se usan en el proyecto.

Reporte ciudadano: Es un registro que una persona hace cuando quiere informar sobre algo que considera importante para su comunidad. En InfraValle, este reporte incluye una descripción, una foto si la persona lo desea, y una ubicación marcada en el mapa.

Infraestructura pública: Se refiere a las obras y elementos físicos que sirven para atender necesidades de todos. En este proyecto, se trata de problemas en el entorno urbano que pueden ser reportados con la app.

Georreferenciación: es el proceso de asociar una información con una ubicación exacta en el mapa. En InfraValle, se usa para vincular cada reporte con un punto específico, así la situación se puede ubicar con precisión [17].

Participación ciudadana digital: Es usar herramientas tecnológicas para que las personas participen en asuntos públicos. Las plataformas digitales pueden abrir nuevas formas de comunicación, pero su efectividad depende del acceso que tengan las personas y de cómo respondan las instituciones [4][5].

Gobierno abierto: Es un modelo de gestión pública que promueve la transparencia, la participación y la rendición de cuentas. Este concepto ayuda a entender el objetivo de InfraValle, aunque el prototipo no es por sí mismo un sistema oficial de gobierno abierto [14][19].

Sistema de información: Es un conjunto de elementos organizados que permiten registrar, almacenar y buscar datos. En este proyecto, se refiere a cómo se manejan los usuarios y los reportes a través de los servicios tecnológicos que se usan.

Usabilidad: Mide qué tan fácil es usar una aplicación para hacer ciertas tareas, de forma clara y satisfactoria. En InfraValle, se evaluó con pruebas con personas reales, midiendo el tiempo que tardaron, si lograron completar las tareas y aplicando la escala System Usability Scale (SUS).

Estos conceptos ayudan a definir el lenguaje del documento y a diferenciar lo que se implementó en el proyecto de lo que se podría evaluar si se lleva a cabo en una institución.

2.4 Marco Metodológico:

El proyecto InfraValle se desarrolló mediante un enfoque aplicado y descriptivo, orientado a la construcción y evaluación de un prototipo funcional para el reporte y seguimiento de problemas relacionados con la infraestructura pública en Valledupar. El trabajo comprendió la identificación de los requerimientos, el diseño de la solución, la implementación de sus funcionalidades y la evaluación de su funcionamiento mediante pruebas funcionales y de usabilidad.

Para la administración del desarrollo se utilizó la metodología ágil Scrum, que permitió organizar las actividades en Sprints y avanzar progresivamente en la construcción de la aplicación. Durante este proceso se implementaron funcionalidades relacionadas con el registro e inicio de sesión de los usuarios, la creación de reportes con descripción, fotografías, barrio y ubicación geográfica, así como la consulta de reportes por parte de los ciudadanos. Asimismo, se desarrollaron herramientas administrativas para actualizar el estado de los reportes, agregar comentarios, consultar indicadores y aplicar filtros según los barrios y los tipos de problemas registrados.

La evaluación del prototipo tuvo un componente cuantitativo, debido a que se registraron datos como el cumplimiento de las tareas, el tiempo empleado por los participantes y las puntuaciones obtenidas mediante la escala *System Usability Scale* (SUS). Estos datos permitieron describir el funcionamiento de la aplicación y la experiencia de uso durante las pruebas realizadas.

Para la evaluación se utilizaron casos de prueba funcionales y pruebas de usabilidad con cinco participantes, quienes realizaron siete tareas relacionadas con las funcionalidades de la aplicación. La información recopilada permitió analizar el cumplimiento de las actividades propuestas, los tiempos de ejecución y la usabilidad percibida del prototipo.

El alcance metodológico se limitó al desarrollo y la evaluación de la aplicación en el contexto académico. Por esta razón, el proyecto no incluyó una implementación institucional ni una medición del impacto de InfraValle sobre los procedimientos de la Oficina de Participación Ciudadana, los tiempos de respuesta de las autoridades o la cantidad de reportes recibidos. Los resultados obtenidos se circunscriben al funcionamiento y la usabilidad del prototipo bajo las condiciones de evaluación establecidas.

2.4.1 Métodos y Enfoques

El proyecto InfraValle se organizó en etapas relacionadas con la identificación de los requerimientos, el diseño, el desarrollo y la evaluación del prototipo. Para gestionar las actividades de desarrollo se utilizó la metodología ágil Scrum, que permitió distribuir el trabajo en Sprints y avanzar progresivamente en la implementación de las funcionalidades definidas.

En la etapa inicial se identificaron los requerimientos necesarios para establecer las características principales de InfraValle. Estos requerimientos orientaron el diseño de la interfaz, la organización de los módulos de ciudadano y administrador, y la estructura de la información utilizada por el sistema.

Durante la etapa de diseño y desarrollo se construyó la aplicación utilizando Flutter. Firebase se empleó para los servicios de autenticación y gestión de la información, mientras que el servicio de mapas permitió seleccionar la ubicación geográfica de los reportes.

El desarrollo se organizó en Sprints relacionados con el registro e inicio de sesión de los usuarios, la creación y consulta de reportes, y la administración de la información. Posteriormente, se incorporaron herramientas para facilitar la gestión administrativa, como la actualización del estado de los reportes, la inclusión de comentarios, la consulta de indicadores estadísticos y la aplicación de filtros por barrio y tipo de problema registrado.

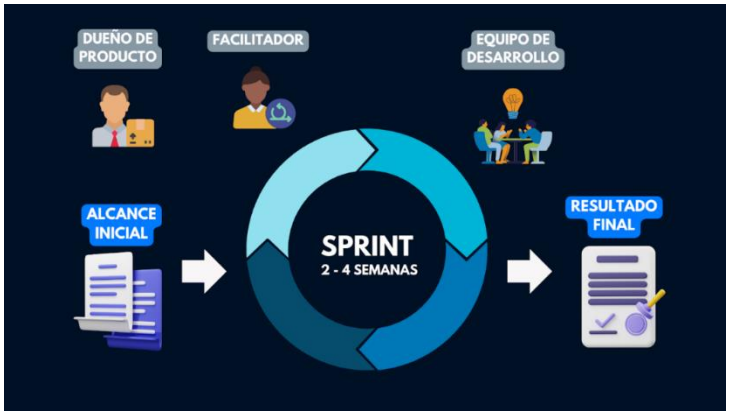
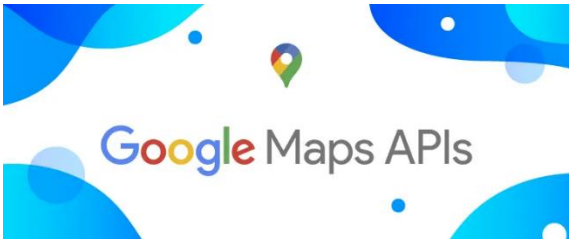


Ilustración 1 Metodología SCRUM

Durante la etapa de diseño y desarrollo se construyó la aplicación con Flutter. Firebase se utilizó para los servicios de autenticación y gestión de la información, mientras que la integración del servicio de mapas permitió seleccionar la ubicación geográfica de los reportes. El desarrollo se organizó en Sprints relacionados con el registro y acceso de usuarios, la creación de reportes, la consulta y administración de la información, y la validación del prototipo.







Finalmente, se verificó el funcionamiento de las principales características mediante casos de prueba y se realizaron pruebas de usabilidad con cinco participantes. Durante estas sesiones se registraron las tareas completadas, el tiempo empleado y las respuestas utilizadas para calcular la puntuación SUS. Este procedimiento permitió obtener información sobre el funcionamiento de la aplicación y la experiencia de uso bajo las condiciones de evaluación establecidas.

2.4.2 Técnicas e Instrumentos

Para comprobar el funcionamiento y la usabilidad de InfraValle se utilizaron técnicas e instrumentos que permitieron recopilar información sobre el comportamiento de la aplicación y la experiencia de los participantes durante las pruebas.

I. Pruebas funcionales: se utilizaron para verificar el comportamiento de las principales funcionalidades de la aplicación. Como instrumento se empleó una matriz de casos de prueba, en la que se registraron las operaciones evaluadas y sus respectivos resultados.

II. Pruebas de usabilidad: se realizaron con cinco participantes, quienes ejecutaron tareas relacionadas con el uso de la aplicación. Durante las sesiones se observó el cumplimiento de las actividades propuestas y se registró el tiempo empleado en su realización.

III. Escala System Usability Scale (SUS): se utilizó para medir la usabilidad percibida del prototipo mediante un cuestionario estandarizado. Las respuestas obtenidas se procesaron para calcular la puntuación correspondiente y analizar la percepción de los participantes sobre la facilidad de uso de la aplicación.

IV. Registro de tareas y tiempos: se utilizó para documentar el cumplimiento de las actividades asignadas a los participantes. La información recopilada permitió calcular la tasa de éxito de las tareas y el tiempo promedio de ejecución, de acuerdo con los registros obtenidos durante las sesiones.

En conjunto, estas técnicas e instrumentos permitieron recopilar información sobre el funcionamiento de la aplicación y la experiencia de los participantes durante el proceso de evaluación. No se realizaron entrevistas formales a funcionarios de la Oficina de Participación Ciudadana ni se evaluaron directamente los procedimientos internos de dicha entidad, debido a que el proyecto se desarrolló como un prototipo académico y no contempló una implementación institucional.

2.4.3 Fuentes de Información

Fuentes primarias: corresponden a la información obtenida durante la evaluación del prototipo InfraValle. Incluyen los resultados de los casos de prueba funcionales, los registros de las tareas realizadas por los cinco participantes, los tiempos de ejecución y las respuestas obtenidas mediante la escala System Usability Scale (SUS).

Fuentes secundarias: comprenden artículos científicos, trabajos académicos, informes institucionales, normas relacionadas con la participación ciudadana y el gobierno digital, y documentación técnica de las herramientas utilizadas en el desarrollo de InfraValle, entre ellas Flutter, Firebase y el servicio de mapas.

Las fuentes primarias y secundarias permitieron fundamentar las decisiones de diseño y desarrollo, así como contextualizar los resultados obtenidos durante la evaluación del prototipo. Sin embargo, no se contó con registros institucionales que permitieran comparar la cantidad de reportes ciudadanos antes y después del desarrollo de la aplicación.

2.4.4 Entorno, Población y Muestra

El proyecto se orientó a la problemática del reporte de situaciones relacionadas con la infraestructura pública en Valledupar. La población de interés estuvo constituida por los ciudadanos que podrían utilizar una herramienta digital para documentar y consultar este tipo de situaciones.

Para la evaluación del prototipo se seleccionó una muestra intencional de cinco participantes. Cada participante realizó siete tareas relacionadas con las principales funcionalidades de InfraValle, para un total de 35 ejecuciones de tareas. La selección de los participantes respondió a la disponibilidad para interactuar con la aplicación y participar en las sesiones de evaluación.

La muestra permitió realizar una evaluación inicial del funcionamiento y la usabilidad del prototipo. No obstante, debido a su tamaño y al carácter intencional de la selección, los resultados no son representativos de toda la población de Valledupar. Asimismo, no se incluyeron funcionarios de la Oficina de Participación Ciudadana en la muestra, dado que el proyecto no contempló una implementación directa con dicha entidad.

2.4.5 Variables de Estudio

Para evaluar el prototipo InfraValle se consideraron los siguientes aspectos:

Usabilidad: se refiere a la facilidad con la que los participantes pueden comprender y utilizar las funcionalidades de la aplicación. Se evaluó mediante la escala System Usability Scale (SUS), cuyas respuestas permitieron calcular una puntuación de usabilidad percibida.

Cumplimiento de tareas: corresponde a la proporción de tareas completadas satisfactoriamente por los participantes durante las pruebas. Se registraron los resultados de las siete tareas realizadas por cada uno de los cinco participantes.

Tiempo de realización: corresponde al tiempo empleado por los participantes para completar las tareas propuestas. Los registros obtenidos permitieron calcular el tiempo promedio de ejecución de acuerdo con las mediciones realizadas durante la evaluación.

Funcionamiento de las funcionalidades: hace referencia al comportamiento de las operaciones implementadas en la aplicación, como el registro y el inicio de sesión, la creación de reportes, la incorporación de fotografías, la selección de la ubicación geográfica, la consulta de reportes y estados, y las funciones administrativas. Su verificación se realizó mediante los casos de prueba funcionales definidos para el prototipo.

Estas variables permitieron describir el funcionamiento de la aplicación y la experiencia de uso durante la evaluación. No se midieron aspectos como la reducción de reportes ciudadanos, los tiempos de respuesta institucionales, la frecuencia de uso en condiciones reales ni la satisfacción de los funcionarios, debido a que el proyecto no incluyó una implementación institucional que permitiera recopilar información sobre dichos aspectos.

2.4.6 Consideraciones éticas

El desarrollo y la evaluación del prototipo InfraValle implicaron considerar aspectos éticos relacionados con la participación de los usuarios y el tratamiento de la información almacenada en la aplicación. Debido a que el sistema gestiona datos de las cuentas de usuario, fotografías y ubicaciones geográficas de los reportes, es importante proteger la privacidad y garantizar un manejo responsable de dicha información.

En las pruebas de usabilidad participaron voluntariamente cinco personas. Antes de iniciar las sesiones, se les explicó el objetivo académico del proyecto y las tareas que debían realizar. Sin embargo, no se firmó ningún documento de consentimiento informado, situación que se reconoce como una limitación del proceso de evaluación. Para futuras pruebas, se recomienda documentar formalmente la autorización de los participantes e informarles sobre el propósito de la actividad, el uso de la información recopilada y las condiciones de confidencialidad.

En relación con el tratamiento de datos personales, el proyecto toma como referencia los principios establecidos en la Ley 1581 de 2012, que regula la protección de datos personales en Colombia. Para una futura implementación, será necesario informar a los usuarios sobre las finalidades de la recolección de sus datos, las condiciones de su tratamiento y las medidas adoptadas para protegerlos. Asimismo, la información recopilada durante las pruebas académicas debe

utilizarse de manera coherente con los fines informados a los participantes y con las obligaciones aplicables en materia de protección de datos personales.

La aplicación utiliza Firebase Authentication para la autenticación de los usuarios y los servicios de Firebase para almacenar y gestionar la información de los reportes. Además, el acceso al módulo administrativo está destinado a las cuentas que cuentan con dicho rol. Estas medidas forman parte de la configuración técnica del prototipo; sin embargo, no sustituyen la necesidad de revisar, verificar y documentar las reglas de acceso, los permisos y las medidas de seguridad antes de realizar una prueba piloto o una implementación en un entorno institucional.

La ubicación seleccionada en el mapa permite identificar geográficamente el lugar donde se presenta el problema de infraestructura. Esta funcionalidad tiene como finalidad registrar la ubicación del incidente y no realizar un seguimiento permanente de la posición de los participantes. Por su parte, las fotografías sirven como evidencia visual de la situación reportada. Para reducir los riesgos relacionados con la privacidad, se recomienda evitar la inclusión de datos personales o imágenes identificables de terceros cuando no sean necesarias para documentar el problema.

Finalmente, los resultados de las pruebas funcionales y de usabilidad se utilizaron para analizar el funcionamiento del prototipo en el contexto académico. La información relacionada con los participantes debe manejarse de forma confidencial y evitar la divulgación de datos personales innecesarios. Estas consideraciones permiten reconocer las responsabilidades asociadas al desarrollo de InfraValle e identificar aspectos que deberán fortalecerse antes de realizar una prueba piloto o una implementación con una institución.

2.4.7 Análisis de riesgos

Durante el desarrollo del prototipo InfraValle se identificaron diferentes riesgos que podrían afectar el cumplimiento de las actividades de desarrollo, la disponibilidad de los servicios tecnológicos, la calidad de la aplicación y el proceso de validación. Para su análisis se consideraron la probabilidad de ocurrencia y el impacto potencial de cada riesgo sobre el proyecto. A partir de esta valoración se definieron medidas de mitigación orientadas a prevenir su ocurrencia o reducir sus posibles consecuencias.

ID	RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	NIVEL DE RIESGO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
R-01	Fallas en los servicios de Firebase que afecten la autenticación o el almacenamiento de información.	Media	Alto	Alto	Realizar pruebas periódicas de las funciones de autenticación, almacenamiento y consulta de datos durante el desarrollo.
R-02	Problemas de conexión a Internet que dificulten el funcionamiento de la aplicación y el acceso a los servicios en la nube.	Alta	Medio	Alto	Realizar pruebas en diferentes condiciones de conexión y verificar que las operaciones principales puedan completarse correctamente bajo una conexión estable.
R-03	Errores durante la integración de Google Maps para la selección de la ubicación del reporte.	Media	Alto	Alto	Realizar pruebas de selección y almacenamiento de ubicaciones antes de cada etapa de validación del prototipo.

R-04	Pérdida o modificación accidental de información durante el desarrollo del prototipo.	Baja	Alto	Medio	Mantener copias de respaldo del código fuente y realizar cambios de manera controlada durante el desarrollo.
R-05	Errores de funcionamiento en las funcionalidades desarrolladas durante los Sprints.	Media	Alto	Alto	Ejecutar casos de prueba y realizar correcciones antes de considerar terminada cada funcionalidad.
R-06	Dificultades de los usuarios para comprender o utilizar alguna funcionalidad del prototipo.	Media	Medio	Medio	Realizar pruebas de usabilidad y utilizar los resultados obtenidos para identificar oportunidades de mejora en la interfaz.
R-07	Disponibilidad limitada de usuarios para participar en las actividades de validación.	Media	Medio	Medio	Coordinar previamente las sesiones de prueba y establecer horarios de acuerdo con la disponibilidad de los participantes.

R-08	Acceso no autorizado a las funcionalidades administrativas.	Baja	Alto	Medio	Utilizar autenticación mediante Firebase y verificar que las funcionalidades administrativas estén restringidas a las cuentas correspondientes.
R-09	Exposición de datos personales de terceros mediante fotografías o información de ubicación incluida en los reportes.	Media	Alto	Alto	Orientar a los usuarios para evitar la inclusión innecesaria de datos personales de terceros y establecer medidas para el manejo responsable de las fotografías y ubicaciones registradas.
R-10	Cambios o incompatibilidades en las herramientas tecnológicas utilizadas durante el desarrollo.	Media	Medio	Medio	Documentar las versiones de las herramientas y dependencias utilizadas, y realizar pruebas después de implementar actualizaciones o cambios relevantes.

La valoración de los riesgos permitió identificar como aspectos prioritarios la disponibilidad de la conexión a Internet, el funcionamiento de los servicios de Firebase, la integración del servicio de mapas y la aparición de errores durante el desarrollo de las funcionalidades. Estos aspectos requieren verificaciones periódicas, pruebas funcionales y medidas preventivas que contribuyan a mantener el funcionamiento esperado del prototipo.

También se identificaron riesgos relacionados con la participación de los usuarios y la protección de la información contenida en los reportes. Por ello, es importante mantener un manejo responsable de las fotografías y ubicaciones geográficas, así como verificar que las funcionalidades administrativas cuenten con controles de acceso adecuados.

El análisis de riesgos permitió establecer medidas preventivas para orientar el desarrollo y la evaluación de InfraValle. Sin embargo, la identificación de una medida de mitigación no significa que el riesgo haya sido eliminado por completo; por esta razón, los aspectos relacionados con la seguridad, la disponibilidad de los servicios y la protección de los datos deberán continuar revisándose antes de una eventual prueba piloto o implementación institucional.

2.5 Cronograma de actividades:

SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
ACTIVIDAD																												
Fase 1: Analisis																												
Investigación sobre mecanismos actuales de reporte ciudadano.																												
Entrevistas y observación directa para identificar debilidades.																												
Fase 2: Diseño																												
Diseño de la interfaz gráfica y arquitectura del sistema.																												
Configuración de Firebase y API de Google Maps.																												
Fase 3: Implementación																												
Desarrollo del prototipo funcional en Flutter.																												
Integración de georreferenciación y evidencias visuales.																												
Fase 4: Validación y Documentación																												
Pruebas de usabilidad con usuarios reales.																												
Encuestas de satisfacción y análisis de resultados.																												
Ajustes finales del prototipo.																												
Elaboración del informe final.																												

2.6 Presupuesto:

Ítem	Cantidad	Costo unitario (COP)	Duración/Unidades	Subtotal (COP)
Computador portátil gama media (Intel i5 /12GB RAM/512GB)	2	0	1	0
Papelería e impresión (encuestas, consentimientos)	1	50.000	1	50.000
Conectividad a Internet hogar	1	80.000	7 meses	560.000
Luz eléctrica para 2 equipos.	1	50.000	7 meses	350.000
Alojamiento/Backend (Firebase)	1	0	7 meses	0
API Google Maps	1	0	7 meses	0
Repositorio privado (GitHub)	2	0	7 meses	0
Herramientas de diseño (Figma - Canva)	2	0	7 meses	0
Desarrolladores	2	50.000	560 h (7 meses)	28.000.000
Diseño/UX	1	25.000	60 h	1.500.000
Gestión/PM	1	25.000	40 h	1.000.000
Capacitaciones	2	0	4 h	0
Transporte	1	30.000	7 meses	210.000
Imprevistos (10% sobre costos directos)	1	4.467.000	1	4.467.000
TOTAL GENERAL (COP)				**36.137.000**

SECCIÓN III: Desarrollo Científico – Tecnológico

La presente sección describe el proceso de desarrollo del proyecto InfraValle, las tecnologías utilizadas y su aplicación en la construcción del prototipo funcional. Se presentan las fases metodológicas, la planificación del trabajo, los requerimientos, la arquitectura, el modelo de datos y las pruebas realizadas. Asimismo, se exponen los resultados de la evaluación, las conclusiones y las recomendaciones derivadas del desarrollo del proyecto.

3.1 Desarrollo de las fases de la metodología de sistemas propuesta

El proyecto InfraValle se desarrolló mediante un enfoque ágil basado en la metodología Scrum, con el propósito de organizar de manera incremental las actividades de construcción del prototipo y facilitar la implementación de los requerimientos identificados durante la investigación. El proceso se organizó mediante un Product Backlog y cuatro Sprints, acompañados de actividades de planificación, seguimiento y revisión del trabajo desarrollado.

Como complemento a esta metodología, el proceso comprendió cuatro fases generales: análisis, diseño, implementación y validación. Estas fases permitieron organizar las actividades desde la identificación de las necesidades y la definición de los requerimientos hasta el desarrollo de las funcionalidades y la evaluación del prototipo.

3.1.1 Product Backlog

El Product Backlog reúne las historias de usuario que describen las principales funcionalidades requeridas para el desarrollo del prototipo InfraValle. Cada historia representa una necesidad desde la perspectiva del usuario y se organiza según su

prioridad. Asimismo, se emplean Story Points como referencia para estimar el esfuerzo de desarrollo y apoyar la planificación de los Sprints.

Las historias de usuario contemplan funcionalidades para los ciudadanos, como el registro y el inicio de sesión, la creación de reportes con fotografías, ubicación geográfica y barrio, y la consulta de los reportes registrados. También incluyen las funcionalidades administrativas para consultar los reportes, actualizar sus estados, agregar comentarios, aplicar filtros y analizar información mediante indicadores y gráficos.

Tabla. Product Backlog de InfraValle

ID	Historia de usuario	Prioridad	Story Points
HU01	Como ciudadano, quiero registrarme en InfraValle para crear una cuenta y acceder a la aplicación.	Alta	3
HU02	Como ciudadano, quiero iniciar sesión en InfraValle para acceder a las funcionalidades disponibles.	Alta	3
HU03	Como ciudadano, quiero crear un reporte sobre un problema de infraestructura para informar la situación.	Alta	5
HU04	Como ciudadano, quiero adjuntar una fotografía al reporte para proporcionar evidencia del problema.	Alta	3
HU05	Como ciudadano, quiero registrar la ubicación del problema mediante GPS para indicar dónde ocurrió el incidente.	Alta	5
HU06	Como ciudadano, quiero consultar los reportes que he realizado para conocer las solicitudes que he registrado.	Alta	3

HU07	Como ciudadano, quiero consultar el estado de mi reporte para conocer cómo avanza su atención.	Alta	5
HU08	Como administrador, quiero consultar los reportes registrados por los ciudadanos para gestionar las solicitudes recibidas.	Alta	5
HU09	Como administrador, quiero cambiar el estado de un reporte para actualizar su situación dentro del proceso de atención.	Alta	3
HU10	Como administrador, quiero agregar comentarios a los reportes para proporcionar información relacionada con su atención.	Alta	3
HU11	Como ciudadano, quiero indicar el barrio donde se presenta el problema para facilitar la identificación y organización de los reportes.	Alta	5
HU12	Como administrador, quiero consultar indicadores y gráficos de los reportes para analizar su distribución por estado, evolución mensual y comportamiento por barrio.	Alta	5
HU13	Como administrador, quiero filtrar los reportes por barrio y tipo de problema para localizar y revisar información específica.	Alta	5

3.1.2 Criterios de aceptación

Para verificar el cumplimiento de las historias de usuario definidas en el Product Backlog, se establecieron criterios de aceptación que permiten identificar las condiciones que debe cumplir cada funcionalidad para considerarse implementada de acuerdo con los requerimientos del prototipo InfraValle.

ID	Criterios de aceptación
HU01	El ciudadano puede acceder al registro, ingresar sus datos y crear una cuenta válida.
HU02	El usuario puede ingresar sus credenciales y acceder al sistema cuando son correctas.
HU03	El ciudadano puede ingresar la información del problema y guardar un nuevo reporte.
HU04	El ciudadano puede adjuntar una fotografía y asociarla al reporte.
HU05	El sistema permite obtener y asociar la ubicación del dispositivo al reporte.
HU06	El ciudadano puede consultar los reportes asociados a su cuenta.
HU07	El ciudadano puede consultar el estado actual de sus reportes.
HU08	El administrador puede ingresar mediante su cuenta administrativa y consultar los reportes registrados.
HU09	El administrador puede modificar el estado de un reporte y guardar la actualización.
HU10	El administrador puede agregar un comentario a un reporte y el ciudadano puede consultarlo posteriormente.
HU11	El ciudadano puede registrar el barrio donde se presenta el problema y asociar esta información al reporte creado.
HU12	El administrador puede consultar indicadores y gráficos que resumen la información de los reportes, incluidos los datos disponibles sobre estados, evolución mensual, distribución por barrio y reportes pendientes más antiguos.
HU13	El administrador puede filtrar los reportes registrados por barrio y tipo de problema para localizar y consultar los registros que cumplen con los criterios seleccionados.

3.1.3 Desarrollo mediante Sprints

El desarrollo del prototipo InfraValle se organizó en cuatro Sprints, durante los cuales se implementaron progresivamente las funcionalidades definidas en el Product Backlog. Cada Sprint estuvo orientado a un conjunto de actividades relacionadas con el acceso de los usuarios, la creación de reportes, la gestión administrativa y la validación del sistema.

Sprint 1. Registro y autenticación

Objetivo: implementar los mecanismos de registro e inicio de sesión para permitir el acceso de los usuarios a la aplicación.

Historias de usuario:

HU01. Registro de ciudadanos.

HU02. Inicio de sesión.

Resultado: se implementaron las funcionalidades de registro de ciudadanos e inicio de sesión. Asimismo, se contempló el acceso mediante cuentas administrativas autorizadas, de acuerdo con el rol asignado.

Sprint 2. Creación de reportes

Objetivo: implementar las funcionalidades necesarias para registrar problemas relacionados con la infraestructura pública.

Historias de usuario:

HU03. Creación de reportes.

HU04. Adjuntar fotografías.

HU05. Seleccionar la ubicación geográfica.

HU11. Registrar el barrio del problema.

Resultado: se implementó el registro de reportes con información descriptiva, fotografías, ubicación geográfica y barrio. Estos datos permiten documentar la situación reportada y facilitar su identificación y organización.

Sprint 3. Seguimiento y administración de reportes

Objetivo: implementar las funcionalidades de consulta, seguimiento y gestión administrativa de los reportes registrados.

Historias de usuario:

HU06. Consultar los reportes propios.

HU07. Consultar el estado de los reportes.

HU08. Consultar los reportes desde el módulo administrativo.

HU09. Actualizar el estado de los reportes.

HU10. Agregar comentarios.

HU12. Consultar indicadores y gráficos administrativos.

HU13. Filtrar reportes por barrio y tipo de problema.

Resultado: se implementaron las funcionalidades para consultar los reportes ciudadanos y sus estados, actualizar la información administrativa y agregar comentarios. Además, se incorporó un panel administrativo independiente del listado de reportes, con indicadores y gráficos sobre los datos disponibles, así como herramientas para filtrar los registros por barrio y tipo de problema. El panel también permite identificar los reportes pendientes más antiguos.

Sprint 4. Validación y ajustes

Objetivo: verificar el funcionamiento de las funcionalidades implementadas, identificar posibles errores y realizar los ajustes necesarios en el prototipo.

Actividades:

Verificación del registro y del inicio de sesión.

Pruebas de creación y consulta de reportes.

Verificación de la incorporación de fotografías.

Pruebas de selección y almacenamiento de la ubicación geográfica.

Verificación del registro del barrio.

Pruebas de consulta y actualización de estados.

Verificación de la incorporación y consulta de comentarios.

Revisión de los filtros administrativos por barrio y tipo de problema.

Verificación de los indicadores y gráficos del panel administrativo.

Identificación y corrección de errores.

Evaluación de la usabilidad del prototipo.

Resultado: se realizaron actividades de validación funcional y de usabilidad para revisar el comportamiento del prototipo. Los resultados obtenidos se utilizaron para identificar ajustes y documentar el funcionamiento de la aplicación. La validación corresponde al alcance académico del proyecto y no equivale a una implementación institucional.

3.1.4 Ceremonias SCRUM

Para organizar el desarrollo del prototipo InfraValle se contemplaron las principales ceremonias de la metodología SCRUM: Sprint Planning, Daily Scrum, Sprint Review y Sprint Retrospective. Estas actividades permitieron organizar las historias de usuario, realizar seguimiento a las tareas, revisar los resultados obtenidos y establecer oportunidades de mejora durante el desarrollo.

Debido a que durante la ejecución inicial del proyecto no se conservaron registros formales de todas las reuniones, la documentación presentada en esta sección corresponde a una reconstrucción metodológica del proceso de desarrollo a partir de las funcionalidades implementadas, los Sprints definidos y los resultados obtenidos. No se presentan como evidencia histórica capturas o actas que no hayan sido conservadas.

3.1.4.1 Sprint Planning

El Sprint Planning tuvo como propósito definir el objetivo de cada Sprint y seleccionar las historias de usuario que serían abordadas durante el ciclo de desarrollo. La selección se realizó tomando como referencia el Product Backlog y la prioridad de las funcionalidades.

Sprint	Objetivo	Historias seleccionadas
Sprint 1	Implementar el acceso al sistema	HU01, HU02
Sprint 2	Implementar la creación de reportes y el registro de reportes	HU03, HU04, HU05, HU11
Sprint 3	Implementar seguimiento y administración de los reportes	HU06, HU07, HU08, HU09, HU10, HU12, HU13
Sprint 4	Validar y ajustar el prototipo	Actividades de prueba, validación y corrección de errores.

3.1.4.2 Daily Scrum

El Daily Scrum se consideró como un mecanismo de seguimiento de las actividades de desarrollo. Su propósito dentro de la metodología Scrum es revisar el avance del trabajo, identificar dificultades y coordinar las tareas necesarias para alcanzar el objetivo del Sprint.

Debido a que no se conservaron registros diarios formales del proyecto, no se presentan actas individuales de estas reuniones. El seguimiento del desarrollo se describe a partir de la organización de las tareas, los Sprints definidos y las actividades de verificación realizadas durante la construcción del prototipo.

3.1.4.3 Sprint Review

La Sprint Review tuvo como propósito revisar las funcionalidades desarrolladas al finalizar cada Sprint y verificar que las historias de usuario seleccionadas cumplieran con su propósito dentro del prototipo.

La revisión permitió comprobar progresivamente las funcionalidades relacionadas con autenticación, creación de reportes, registro de fotografías, geolocalización, consulta de reportes, actualización de estados y comentarios administrativos.

Sprint	Elementos revisados	Resultado
Sprint 1	Registro e inicio de sesión	Funcionalidades de acceso implementadas
Sprint 2	Creación de reportes, fotografías ubicacion geográfica y registro del barrio.	Flujo de creación de reportes implementado
Sprint 3	Consulta de reportes, actualización de estados, comentarios, filtros e indicadores administrativos.	Funciones de seguimiento y administración implementadas

Sprint 4	Pruebas y correcciones	Validación integral del prototipo

3.1.4.4 Sprint Retrospective

La retrospectiva del Sprint se tomó como referencia para identificar aspectos susceptibles de mejora durante el desarrollo del prototipo. Entre estos aspectos se consideraron la organización de las tareas, la integración de las funcionalidades, la corrección de errores y la verificación de los flujos principales de la aplicación.

A partir de la revisión del funcionamiento de InfraValle, se reconoció la importancia de fortalecer las pruebas funcionales, verificar la interacción entre los módulos ciudadano y administrativo y realizar ajustes en la interfaz. Asimismo, la incorporación de filtros por barrio y tipo de problema, junto con los indicadores y gráficos administrativos, amplió las posibilidades de consulta y organización de los reportes registrados.

Debido a que no se conservaron actas formales de todas las retrospectivas, estos aspectos se presentan como oportunidades de mejora identificadas durante el desarrollo y la revisión del prototipo, y no como acuerdos textuales registrados en reuniones específicas.

3.1.5 Incrementos del producto por Sprint

Los incrementos del producto corresponden a las funcionalidades incorporadas progresivamente durante el desarrollo de InfraValle. Cada incremento permitió ampliar las capacidades del prototipo hasta integrar los módulos de acceso, creación de reportes, seguimiento ciudadano y administración de la información.

3.1.5.1 Incremento del Sprint 1 – Registro y autenticación

El primer Sprint estuvo orientado al desarrollo de las funcionalidades de registro y autenticación de usuarios. Como resultado, se obtuvo una interfaz que permite iniciar sesión mediante correo electrónico y contraseña, así como acceder a las opciones de registro de usuarios y administración, de acuerdo con las funcionalidades implementadas.

Una vez ingresados los datos requeridos, el sistema permite completar el proceso de registro y utilizar las credenciales creadas para acceder a la aplicación. Estas funcionalidades constituyen el punto de entrada para utilizar los módulos disponibles según el tipo de usuario.



Ilustración 2 Interfaz de inicio de sesión y registro de usuarios de InfraValle.

3.1.5.2 Incremento del Sprint 2 – Creación de reportes

El segundo Sprint estuvo orientado al desarrollo de las funcionalidades relacionadas con la creación de reportes ciudadanos. El incremento obtenido permite al ciudadano ingresar la descripción del problema de infraestructura, adjuntar

evidencia fotográfica, seleccionar la ubicación geográfica mediante el mapa y registrar el barrio donde se presenta la situación.

Una vez diligenciada la información requerida, el usuario puede seleccionar la opción «Crear reporte» para registrar la incidencia. La información almacenada permite documentar el problema y facilita su posterior consulta y gestión desde los módulos correspondientes.



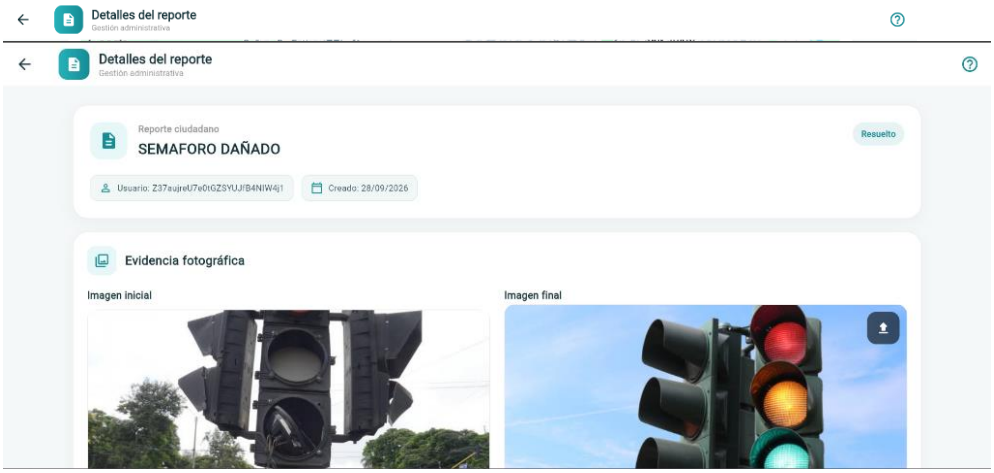
3.1.5.3 Incremento del Sprint 3 – Seguimiento y administración

Durante el tercer Sprint se desarrollaron las funcionalidades relacionadas con el seguimiento y la administración de los reportes. El módulo administrativo permite consultar los reportes registrados, revisar la información asociada, actualizar el estado de atención y agregar comentarios relacionados con su seguimiento.

Además, se incorporaron herramientas para facilitar el análisis de la información. El panel administrativo presenta indicadores generales y gráficos relacionados con la distribución de los reportes por estado, su evolución mensual y los problemas registrados por barrio. También permite identificar los reportes pendientes más antiguos y aplicar filtros por barrio y tipo de problema para localizar registros específicos.

La interfaz administrativa separa el panel de estadísticas del listado de reportes, lo que facilita consultar los indicadores generales y gestionar los registros desde espacios diferenciados. Por su parte, el ciudadano puede consultar sus reportes y visualizar la información disponible sobre su estado y seguimiento.

Estas funcionalidades amplían las posibilidades de organización y consulta de la información registrada en InfraValle. Sin embargo, los indicadores representan los datos almacenados en el prototipo y no constituyen, por sí mismos, evidencia de una reducción en los tiempos de respuesta institucionales ni de una implementación oficial por parte de las autoridades.



3.1.6. REQUISITOS FUNCIONALES

Código	Nombre del requisito	Descripción detallada	Actor principal	Prioridad	Criterio de aceptación
RF-01	Registro de usuario	El sistema debe permitir al ciudadano crear una cuenta para acceder a las funcionalidades de InfraValle.	Ciudadano	Alta (Must Have)	El usuario debe poder diligenciar los datos solicitados y completar el registro correctamente.
RF-02	Inicio de sesión	El sistema debe permitir el ingreso mediante correo electrónico y contraseña previamente registrados.	Ciudadano / Administrador	Alta (Must Have)	Con credenciales válidas, el usuario debe acceder a la aplicación; con credenciales incorrectas, el sistema debe impedir el acceso.
RF-03	Creación de reporte	El sistema debe permitir al ciudadano registrar un problema de infraestructura mediante una descripción del incidente.	Ciudadano	Alta (Must Have)	El ciudadano debe poder ingresar la descripción y registrar el reporte correctamente.

RF-04	Adjuntar evidencia fotográfica	El sistema debe permitir adjuntar una fotografía como evidencia del problema reportado.	Ciudadano	Alta (Must Have)	El usuario debe poder seleccionar o capturar una fotografía y asociarla al reporte.
RF-05	Registro de ubicación	El sistema debe permitir seleccionar una ubicación en el mapa y asociarla al reporte.	Ciudadano	Alta (Must Have)	El usuario debe poder seleccionar la ubicación y esta debe quedar asociada al reporte.
RF-06	Consulta de reportes	El sistema debe permitir al ciudadano consultar los reportes que han registrado.	Ciudadano	Alta (Must Have)	El ciudadano debe visualizar los reportes realizados en general
RF-07	Consulta del estado del reporte	El sistema debe permitir al ciudadano visualizar el estado actual de sus reportes.	Ciudadano	Alta (Must Have)	Al consultar un reporte, el sistema debe mostrar el estado correspondiente.
RF-08	Consulta administrativa de reportes	El sistema debe permitir al administrador consultar los reportes registrados por los ciudadanos.	Administrador	Alta (Must Have)	El administrador debe poder acceder a los reportes y consultar la información disponible de cada uno.

RF-09	Actualización del estado	El sistema debe permitir al administrador modificar el estado de un reporte durante su proceso de atención.	Administrador	Alta (Must Have)	El administrador debe poder seleccionar un nuevo estado y guardar la actualización.
RF-10	Gestión de comentarios	El sistema debe permitir al administrador agregar comentarios a un reporte y al ciudadano consultar posteriormente dichos comentarios.	Administrador / Ciudadano	Alta (Must Have)	El administrador debe poder guardar un comentario y el ciudadano debe poder visualizarlo desde el reporte correspondiente.
RF-11	Registro del barrio	El sistema debe permitir al ciudadano indicar el barrio donde se presenta el problema de infraestructura.	Ciudadano	Alta (Must Have)	El barrio seleccionado o registrado queda asociado al reporte.
RF-12	Panel de estadísticas administrativas	El sistema debe permitir al administrador consultar indicadores y gráficos relacionados con los reportes registrados.	Administrador	Alta (Must Have)	El panel presenta los indicadores disponibles, incluidos los relacionados con los estados, la evolución mensual y los reportes por barrio, según los datos registrados.

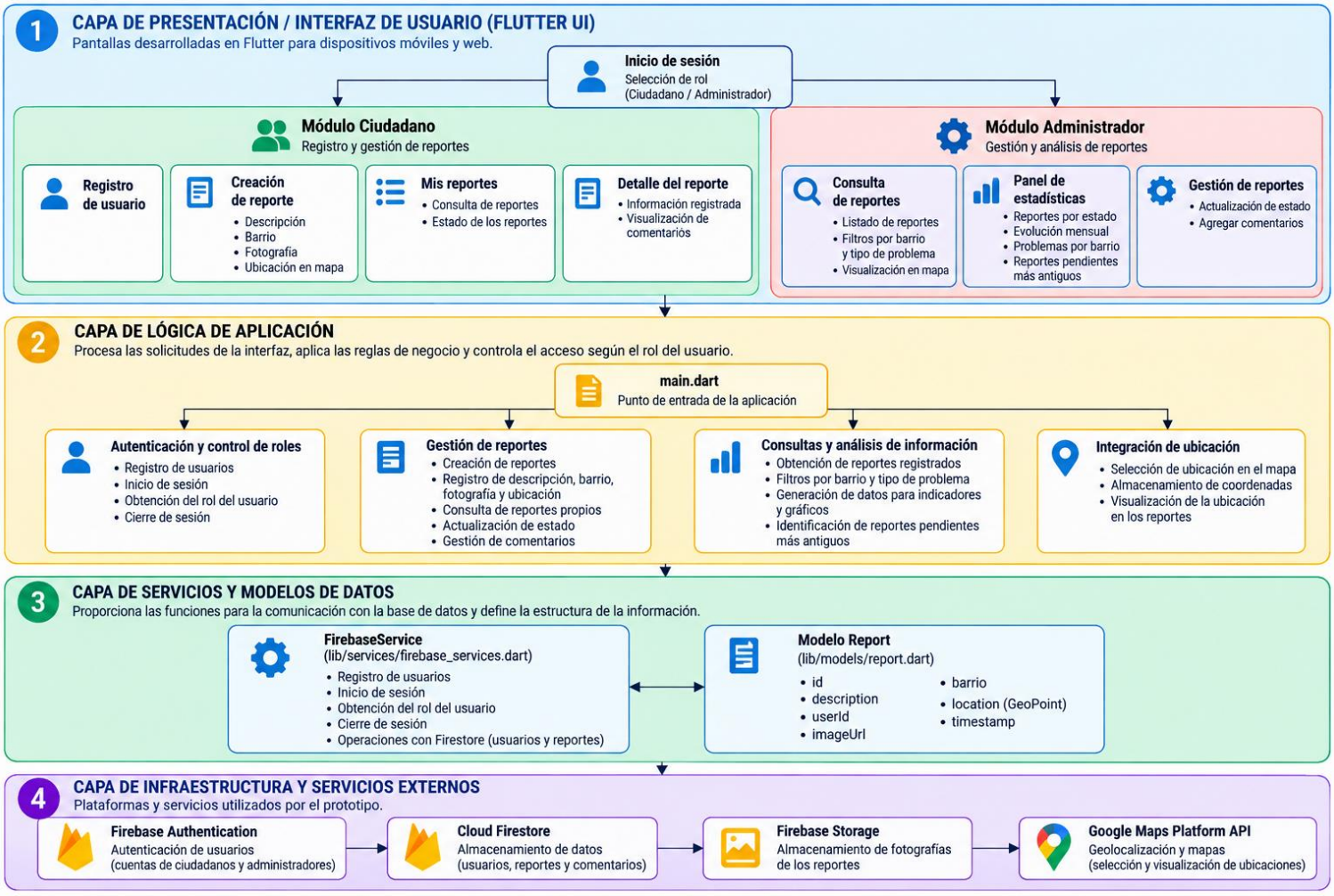
RF-13	Filtrado de reportes	El sistema debe permitir al administrador filtrar los reportes por barrio y tipo de problema.	Administrador	Alta (Must Have)	Al seleccionar los filtros, el listado muestra los reportes que coinciden con los criterios seleccionados.
RF-14	Identificación de reportes pendientes antiguos	El sistema debe permitir al administrador consultar los reportes pendientes más antiguos registrados en la aplicación.	Administrador	Alta (Must Have)	El panel administrativo muestra los reportes pendientes más antiguos de acuerdo con la fecha registrada.

3.1.7. REQUISITOS NO FUNCIONALES

Código	Categoría	Requisito no funcional	Criterio de aceptación	Prioridad
RNF-01	Usabilidad	La aplicación debe presentar una interfaz clara que permita al ciudadano realizar las principales acciones sin procedimientos innecesariamente complejos.	Los usuarios de prueba deben poder completar las tareas principales de registro, inicio de sesión y creación de reportes siguiendo las instrucciones proporcionadas.	Alta
RNF-02	Rendimiento	La aplicación debe responder adecuadamente durante el registro de usuarios,	Las operaciones principales deben completarse sin errores ni bloqueos	Alta

		consulta y creación de reportes bajo condiciones normales de conexión.	durante las pruebas funcionales.	
RNF-03	Seguridad y privacidad	La aplicación debe proteger las credenciales y restringir el acceso a las funcionalidades administrativas a usuarios autorizados.	Un usuario ciudadano no debe poder acceder a las funcionalidades destinadas al administrador mediante su cuenta.	Alta
RNF-04	Compatibilidad	La aplicación debe mantener un funcionamiento adecuado en el entorno tecnológico para el cual fue desarrollado el prototipo.	Las funcionalidades principales deben ejecutarse correctamente en el dispositivo o entorno utilizado para las pruebas del prototipo.	Media
RNF-05	Mantenibilidad	El código del prototipo debe mantenerse organizado de manera que facilite la modificación y ampliación de sus funcionalidades.	Las funcionalidades deben encontrarse estructuradas de forma que permitan realizar modificaciones sin afectar innecesariamente otras funciones del sistema.	Media

3.1.8. ARQUITECTURA DEL SISTEMA



3.1.9. MODELO DE DATOS

La persistencia de datos del prototipo **InfraValle** se implementa sobre una estructura NoSQL en Cloud Firestore compuesta por dos colecciones principales: users (gestión de usuarios y roles) y reports (gestión de incidentes de infraestructura pública).

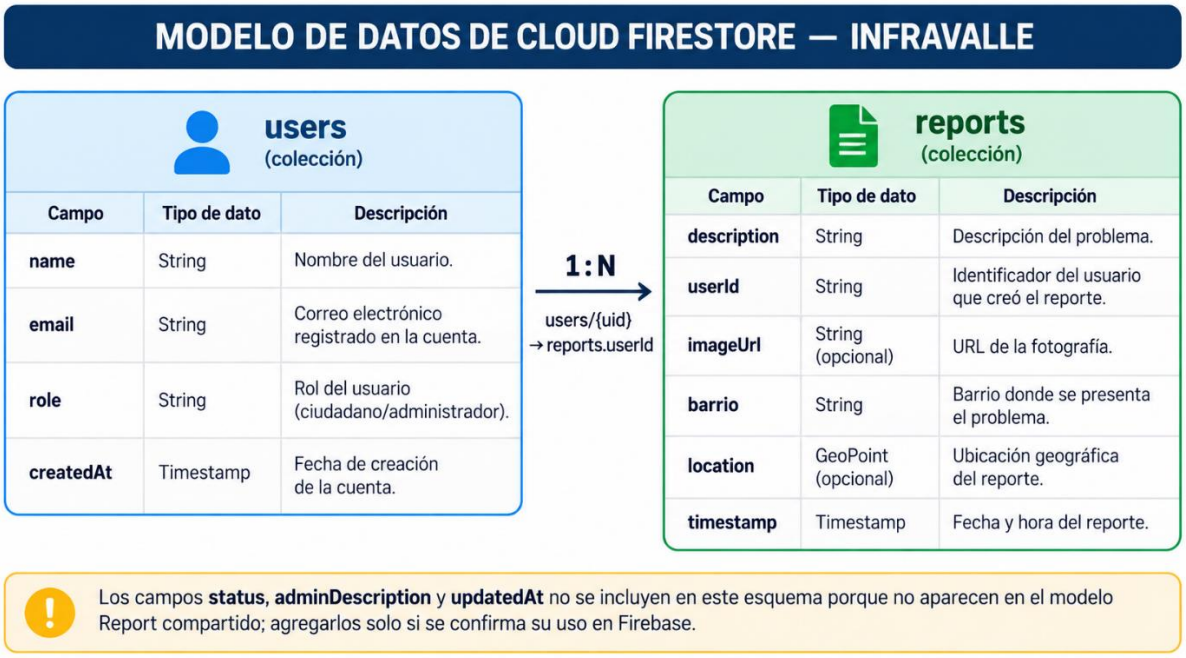


Ilustración 3 Modelo de datos de Cloud Firestore de InfraValle.

3.1.10. CASOS DE PRUEBA

Con el propósito de validar el funcionamiento del prototipo InfraValle, se definieron casos de prueba orientados a comprobar las principales funcionalidades desarrolladas. Cada caso de prueba establece una condición inicial, los pasos necesarios para ejecutar la funcionalidad, el resultado esperado y el resultado obtenido durante la ejecución. Finalmente, se registra el estado de la prueba como PASS o FAIL según el comportamiento observado.

ID	Caso de prueba	Precondición	Pasos	Resultado esperado	Resultado obtenido	Estado
CP-01	Registro de ciudadano o administrador	El usuario no debe tener una cuenta registrada.	1. Abrir aplicación de infraValle. 2. Llenar los campos solicitados en el formulario de registro. 3. Seleccionar el botón “Registrar ciudadano” o “Registrar administrador”, según el tipo de usuario que se desea crear.	El sistema debe completar el registro de la cuenta y mostrar un mensaje de confirmación indicando que el usuario fue registrado exitosamente.	el sistema realiza correctamente el registro y muestra el mensaje “Registrado exitosamente”, tanto para ciudadanos como para administradores.	PASS
CP-02	Inicio de sesión	El usuario debe tener una cuenta registrada.	1. Abrir la aplicación InfraValle. 2. Ingresar el correo registrado. 3. Ingresar la contraseña correspondiente. 4. Seleccionar el botón “Iniciar sesión”.	El sistema El sistema debe validar las credenciales ingresadas y permitir el acceso a la aplicación según el tipo de usuario registrado.	Al ingresar correctamente las credenciales y seleccionar “Iniciar sesión”, la aplicación muestra la página principal de InfraValle correspondiente al tipo de usuario, ya sea ciudadano o administrador.	**PASS**

CP -03	Acceso administrativo	Debe existir una cuenta registrada para administración.	1. Abrir la aplicación InfraValle. 2. Ingresar el correo y la contraseña de la cuenta administrativa. 3. Seleccionar el botón “Iniciar sesión”.	El sistema debe validar las credenciales y permitir el acceso a la interfaz correspondiente al administrador.	el sistema permite el acceso y muestra la interfaz principal correspondiente al administrador.	**PASS**
CP -04	Creación de reporte	El usuario debe haber iniciado sesión como ciudadano y encontrarse en la opción de creación de reportes.	1. Abrir la aplicación InfraValle. 2. Iniciar sesión como ciudadano. 3. Ingresar a la opción de crear un reporte. 4. Diligenciar la información solicitada del reporte. 5. Seleccionar el botón “Crear reporte”.	El sistema debe registrar correctamente el reporte y mostrar una confirmación de que el reporte fue creado exitosamente.	La aplicación muestra el mensaje de confirmación: «Tu reporte fue creado exitosamente. Podrás consultar su estado desde tus reportes».	**PASS**
CP -05	Adjuntar fotografía	El usuario debe haber iniciado sesión como ciudadano y	1. Abrir la aplicación InfraValle. 2. Iniciar sesión como	El sistema debe permitir seleccionar una fotografía, mostrarla en el	Al seleccionar la fotografía, esta se muestra correctamente en el recuadro de	**PASS**

		encontrarse en el formulario de creación de un reporte.	ciudadano. 3. Ingresar a la opción de crear un reporte. 4. Seleccionar una fotografía para adjuntarla al reporte. 5. Verificar que la imagen aparezca en el recuadro destinado para la evidencia. 6. Completar y crear el reporte.	recuadro de evidencia y asociarla correctamente al reporte creado.	evidencia. Al crear el reporte, la fotografía queda asociada correctamente y puede visualizarse posteriormente en el reporte.	
CP -06	Registro de ubicación	El usuario debe haber iniciado sesión como ciudadano y encontrarse en el formulario de creación de un reporte.	1. Abrir la aplicación InfraValle. 2. Iniciar sesión como ciudadano. 3. Ingresar a la opción de crear un reporte. 4. Abrir el mapa para seleccionar la ubicación del reporte. 5. Seleccionar una ubicación directamente sobre el mapa.	El sistema debe permitir seleccionar una ubicación en el mapa y registrar las coordenadas correspondientes al lugar seleccionado.	El sistema muestra el mapa de Google y, al seleccionar una ubicación sobre el mapa, muestra las coordenadas correspondientes al punto seleccionado.	**PASS**

CP -07	Consulta de reportes	El usuario debe haber iniciado sesión en InfraValle y debe existir al menos un reporte registrado en el sistema.	1. Abrir la aplicación InfraValle. 2. Iniciar sesión como ciudadano. 3. Ingresar a la opción “Mis reportes”. 4. Consultar los reportes disponibles.	| El sistema debe permitir al ciudadano consultar los reportes registrados en la aplicación y visualizar la información asociada a cada uno.	Al ingresar a Mis reportes, el sistema muestra los reportes registrados por los diferentes ciudadanos y permite consultar la información correspondiente de cada reporte.	**PASS**
CP -08	Consulta del estado	Debe existir al menos un reporte registrado en InfraValle.	1. Abrir la aplicación InfraValle. 2. Ingresar a la opción “Mis reportes”. 3. Seleccionar un reporte para consultar su información. 4. Ubicar el apartado “Estado actual del reporte”.	El sistema debe permitir consultar el estado actual del reporte seleccionado.	Al ingresar al reporte, el sistema muestra un apartado denominado “Estado actual”, donde se puede consultar el estado correspondiente.	**PASS**
CP -09	Cambio de estado por administrador	El usuario debe haber iniciado sesión como administrador y debe existir al menos un	1. Abrir la aplicación InfraValle. 2. Iniciar sesión como administrador. 3. Seleccionar un reporte registrado. 4. Modificar el	El sistema debe permitir modificar el estado del reporte y solicitar confirmación antes de	Al modificar el estado y seleccionar **“Guardar cambios”**, el sistema muestra una ventana de confirmación con las opciones **“Guardar”** y **“Cancelar”**. Al seleccionar	**PASS**

		reporte registrado.	estado del reporte. 5. Seleccionar "Guardar cambios". 6. Verificar la ventana de confirmación.	guardar los cambios.	**"Guardar"**, aparece el mensaje **"Reporte actualizado"** y el sistema regresa a la lista de reportes.	
CP -10	Comentario del administrador y consulta por ciudadano	Debe existir un reporte registrado y el usuario debe iniciar sesión como administrador para agregar el comentario.	1. Iniciar sesión como administrador. 2. Seleccionar un reporte registrado. 3. Agregar un comentario al reporte. 4. Seleccionar "Guardar cambios". 5. En la ventana de confirmación, seleccionar "Guardar". 6. Iniciar sesión como ciudadano. 7. Consultar el reporte al que se agregó el comentario.	El sistema debe permitir al administrador agregar y guardar un comentario en el reporte. Posteriormente, el ciudadano debe poder consultar el comentario asociado al reporte.	Al agregar el comentario y seleccionar "Guardar cambios", el sistema muestra el mismo mensaje de confirmación utilizado para la actualización del reporte. Al seleccionar "Guardar", se guarda la información. Posteriormente, al ingresar como ciudadano y consultar el reporte, el comentario agregado por el administrador se muestra correctamente.	**PASS**

3.1.11 EVALUACION DE USABILIDAD

Con el propósito de evaluar la usabilidad del prototipo InfraValle, se realizaron pruebas con cinco participantes, quienes interactuaron directamente con las principales funcionalidades de la aplicación. La evaluación permitió obtener indicadores cuantitativos relacionados con la facilidad de uso, el cumplimiento de las tareas y el tiempo empleado durante la interacción.

Para la evaluación se definieron siete tareas representativas de los principales flujos de uso del prototipo: registro de usuario, inicio de sesión, creación de un reporte, adjuntar una fotografía, selección de la ubicación del reporte, consulta de reportes y consulta del estado de un reporte. Cada participante realizó las siete tareas y, posteriormente, respondió el cuestionario *System Usability Scale* (SUS).

La escala SUS está conformada por diez afirmaciones relacionadas con la experiencia de uso del sistema. Cada afirmación se valora en una escala de cinco puntos, donde 1 corresponde a «Totalmente en desacuerdo» y 5 a «Totalmente de acuerdo». Para obtener el puntaje final, se aplica el procedimiento estándar de cálculo de SUS, que considera de manera diferenciada las afirmaciones positivas e inversas y transforma el resultado a una escala de 0 a 100.

Además del puntaje SUS, se registró el tiempo empleado por cada participante para completar las siete tareas y se calculó la tasa de éxito de las actividades realizadas. Estos indicadores complementaron las pruebas funcionales y permitieron describir cuantitativamente el desempeño de los participantes durante la evaluación del prototipo.

3.1.11.1 Resultados de las tareas de usabilidad

Durante las pruebas, los cinco participantes completaron las siete tareas establecidas. En total, se registraron 35 ejecuciones de tareas, correspondientes a siete por participante. De acuerdo con los datos recopilados, las 35 tareas se completaron satisfactoriamente, lo que representa una tasa de éxito del 100 %.

Participante	Tiempo de realización	Tareas completadas	Tasa de éxito
Usuario 1	**1 min 15 s**	**7/7**	**100 %**
Usuario 2	**1 min 40 s**	**7/7**	**100 %**
Usuario 3	**2 min 10 s**	**7/7**	**100 %**
Usuario 4	**2 min 30 s**	**7/7**	**100 %**
Usuario 5	**3 min 10 s**	**7/7**	**100 %**
Total / promedio	**2 min 9 s**	**35/35**	**100 %**

El tiempo promedio de realización fue de 2 minutos y 9 segundos por participante para completar las siete tareas. La tasa de éxito fue del 100 %, debido a que, según los registros de la evaluación, todos los participantes completaron las actividades propuestas.

Estos resultados describen el desempeño del grupo evaluado durante las sesiones. Debido a que participaron cinco personas, los datos corresponden a una evaluación inicial del prototipo y no deben generalizarse a toda la población de Valledupar.

3.1.11.2 Resultados de la escala SUS

Posteriormente, cada participante respondió las diez afirmaciones correspondientes a la escala SUS. A partir de las respuestas obtenidas se calculó el puntaje individual de cada participante y posteriormente el promedio general de la evaluación.

Participante	Puntaje SUS
Usuario 1	95,0
Usuario 2	87,5
Usuario 3	95,0
Usuario 4	85,0
Usuario 5	77,5
Promedio	**88,0**

Los resultados obtenidos muestran un **puntaje SUS promedio de 88,0 sobre 100** para el grupo de participantes evaluado. El puntaje individual más alto fue de **95,0**, obtenido por los usuarios 1 y 3, mientras que el puntaje individual más bajo fue de **77,5**, correspondiente al usuario 5.

El promedio obtenido refleja una valoración favorable de la usabilidad percibida del prototipo por parte del grupo evaluado. No obstante, este resultado debe interpretarse considerando el tamaño de la muestra y el alcance académico de las pruebas. La puntuación SUS permite describir la percepción de los participantes sobre la facilidad de uso, pero no demuestra por sí sola la eficacia de una futura implementación institucional ni el impacto de la aplicación en los tiempos de respuesta de las autoridades.

3.1.11.3 Resumen de las métricas de usabilidad

Indicador	Resultado
Número de participantes	5
Tareas evaluadas por participante	7
Total de tareas realizadas	35
Tareas completadas satisfactoriamente	35
Tasa de éxito	**100 %**
Tiempo promedio de realización	**2 min 9 s**
Puntaje SUS promedio	**88,0/100**

Los resultados muestran un puntaje SUS promedio de 88,0 sobre 100 para los cinco participantes evaluados. Los puntajes individuales oscilaron entre 77,5 y 95,0. Los valores más altos, de 95,0, correspondieron a los usuarios 1 y 3, mientras que el menor puntaje fue de 77,5, obtenido por el usuario 5.

El promedio obtenido refleja una valoración favorable de la usabilidad percibida del prototipo por parte del grupo evaluado. No obstante, este resultado debe interpretarse considerando el tamaño de la muestra y el alcance académico de las pruebas. La puntuación SUS permite describir la percepción de los participantes sobre la facilidad de uso, pero no demuestra por sí sola la eficacia de una futura implementación institucional ni el impacto de la aplicación en los tiempos de respuesta de las autoridades.

CAPTURAS DEL APLICATIVO MOVIL Y WEB

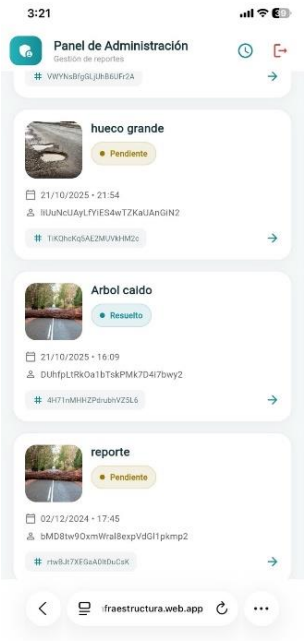
VISTA ADMINISTRADOR

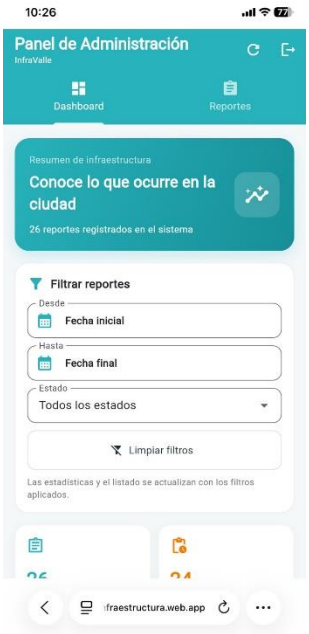








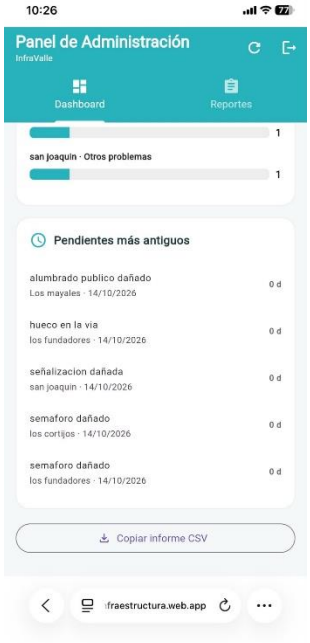




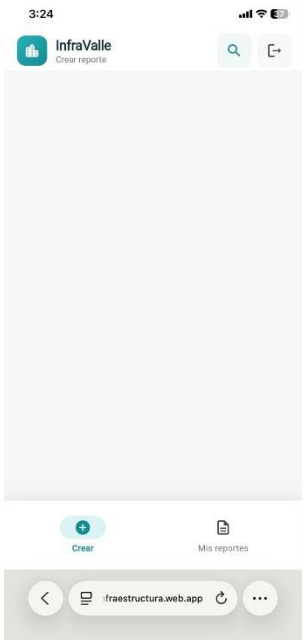


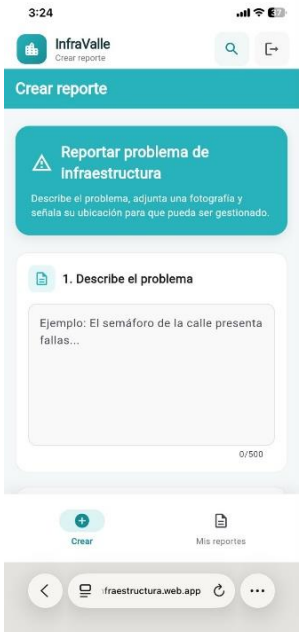






VISTA CIUDADANO



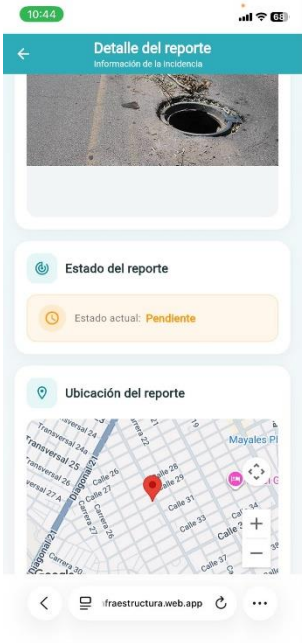












HOSTING DE LA APP: https://app-reporte-infraestructura.web.app/#/login

URL DE PROYECTO EN GITHUB: https://github.com/Camila-CQ/InfraValle.git

3.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados del proyecto InfraValle se realizó a partir del cumplimiento de los objetivos específicos, la verificación de las funcionalidades implementadas y la evaluación inicial de la usabilidad del prototipo. Para ello, se tuvieron en cuenta las pruebas funcionales ejecutadas, las sesiones de evaluación con usuarios y los resultados del cuestionario System Usability Scale (SUS). Asimismo, se consideraron las funcionalidades administrativas incorporadas para facilitar la organización y consulta de la información registrada.

Análisis del cumplimiento de los objetivos específicos

Objetivo específico 1. Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales del prototipo.

Durante el desarrollo de InfraValle se identificaron los requerimientos necesarios para construir una herramienta digital que permitiera registrar y consultar problemas relacionados con la infraestructura pública de Valledupar. Entre ellos se encuentran el registro y el inicio de sesión, la creación de reportes con descripción y fotografía, la selección de la ubicación geográfica y la consulta de los reportes disponibles y sus estados.

También se identificó la necesidad de incorporar el barrio al registro de cada reporte, con el propósito de organizar mejor la información y facilitar su análisis por sectores. Desde el componente administrativo, se contemplaron funciones para actualizar los estados, agregar comentarios, consultar indicadores generales y filtrar los reportes por barrio y tipo de daño.

Estos requerimientos orientaron el diseño y la implementación del prototipo. El resultado evidencia una correspondencia entre las necesidades identificadas y las funcionalidades desarrolladas. Sin embargo, la definición de los requerimientos se realizó dentro del alcance académico del proyecto y no mediante una validación formal de los procedimientos internos de la Oficina de Participación Ciudadana de Valledupar.

Objetivo específico 2. Diseñar la interfaz de usuario y la arquitectura del sistema.

El diseño de InfraValle se enfocó en facilitar la interacción de los ciudadanos con las funciones principales de la aplicación y ofrecer herramientas de administración para organizar la información registrada. La interfaz permite acceder al registro y al inicio

de sesión, crear reportes, adjuntar fotografías, seleccionar una ubicación geográfica y consultar los reportes disponibles.

El módulo administrativo incorpora una vista de indicadores y gráficas para analizar la información registrada. Entre los elementos disponibles se encuentran la distribución de reportes por estado, la evolución mensual, los daños más reportados por barrio y los reportes pendientes con mayor antigüedad. Además, dispone de una lista de reportes con filtros por barrio y tipo de daño, lo que facilita la consulta de registros específicos.

La arquitectura se desarrolló utilizando Flutter y los servicios de Firebase, junto con el servicio de mapas empleado por el prototipo. Esta integración permitió construir la interfaz, gestionar la autenticación y almacenar la información necesaria para el funcionamiento de la aplicación.

Los resultados muestran que el diseño y la arquitectura permiten integrar las funciones ciudadanas y administrativas previstas. No obstante, la evaluación se concentró en el funcionamiento y la usabilidad inicial del prototipo; no se realizaron pruebas de carga a gran escala ni una validación en un entorno institucional real.

Objetivo específico 3. Implementar las funcionalidades principales del prototipo InfraValle.

La implementación permitió desarrollar las funciones principales para el registro y la consulta de problemas de infraestructura pública. Los ciudadanos pueden registrarse, iniciar sesión, crear reportes con descripción y fotografía, seleccionar una ubicación geográfica y consultar los reportes disponibles con sus respectivos estados. Cada reporte incorpora el barrio correspondiente, lo que amplía las posibilidades de organización y análisis de la información.

Por su parte, el administrador puede consultar los reportes registrados, modificar sus estados y agregar comentarios visibles para los ciudadanos. También cuenta con un panel que presenta indicadores y gráficas generales, además de filtros por barrio y tipo de daño. Estas herramientas permiten examinar la información desde diferentes perspectivas y facilitan la identificación de patrones dentro de los registros disponibles.

Para verificar el funcionamiento de las operaciones principales se ejecutaron diez pruebas funcionales, identificadas como CP-01 a CP-10. Estas evaluaron el registro, el inicio de sesión, el acceso administrativo, la creación de reportes, la carga de fotografías, la selección de ubicación, la consulta de reportes, la visualización de estados, la actualización de estados por parte del administrador y la visibilidad de los comentarios para los ciudadanos.

Las diez pruebas obtuvieron resultados satisfactorios, equivalentes a un 100 % de aprobación. Este resultado demuestra que las operaciones incluidas en los casos de prueba funcionaron según lo esperado durante la evaluación. Sin embargo, el porcentaje corresponde únicamente a las pruebas ejecutadas y no representa una garantía de ausencia total de errores ni de funcionamiento óptimo en cualquier escenario.

Es importante señalar que el prototipo no incorpora notificaciones automáticas ni una función de historial individual de reportes. Por tanto, estas características se mantienen como oportunidades de mejora para futuras versiones. Asimismo, el resultado de las diez pruebas funcionales no debe interpretarse como una validación independiente de todas las funciones del panel administrativo, los gráficos y los filtros, salvo que estas hayan sido incluidas expresamente en los casos ejecutados.

Objetivo específico 4. Evaluar el funcionamiento y la usabilidad del prototipo.

La evaluación de usabilidad contó con cinco participantes, cada uno encargado de realizar siete tareas. En total se evaluaron 35 tareas, todas completadas satisfactoriamente, lo que representa un porcentaje de éxito del 100 % dentro de las actividades propuestas.

El tiempo promedio de ejecución fue de 2 minutos y 9 segundos. Los tiempos individuales registrados fueron de 1 minuto y 15 segundos, 1 minuto y 40 segundos, 2 minutos y 10 segundos, 2 minutos y 30 segundos y 3 minutos y 10 segundos. Estos resultados muestran que los participantes lograron completar las actividades establecidas, aunque se presentaron diferencias en los tiempos empleados.

En cuanto a la percepción de usabilidad, el cuestionario System Usability Scale (SUS) obtuvo una puntuación promedio de 88 sobre 100. Este resultado constituye un indicador favorable de la facilidad de uso percibida por los participantes que intervinieron en la evaluación.

La discusión de estos resultados debe considerar que la muestra estuvo conformada por cinco personas y que las actividades fueron definidas previamente. Por esta razón, los datos no permiten generalizar las conclusiones a todos los ciudadanos de Valledupar. Además, la evaluación de usabilidad permite conocer la experiencia de los participantes frente a las tareas realizadas, pero no demuestra por sí misma que la aplicación reduzca los tiempos de atención institucional o mejore la gestión real de los problemas de infraestructura.

Análisis de los resultados de las pruebas funcionales

Los resultados de las pruebas funcionales indican que las operaciones centrales de InfraValle funcionaron correctamente en el entorno evaluado. La autenticación permitió comprobar el registro y el inicio de sesión, mientras que el módulo de

reportes posibilitó registrar información, adjuntar fotografías y seleccionar una ubicación geográfica.

La consulta de los reportes permite acceder a los registros disponibles en la aplicación, incluidos aquellos creados por otros ciudadanos. Esta característica amplía la visibilidad de la información almacenada en el prototipo. Asimismo, las funciones administrativas de actualización de estados y publicación de comentarios ofrecen información adicional sobre el seguimiento de los reportes.

La incorporación del barrio como dato de cada reporte permite organizar la información territorialmente. A su vez, las gráficas del panel administrativo facilitan la visualización de la distribución por estados, la evolución mensual y los daños más reportados por barrio. La identificación de reportes pendientes con mayor antigüedad y la aplicación de filtros por barrio y tipo de daño aportan herramientas para examinar los registros de manera más específica.

En conjunto, los resultados respaldan la viabilidad técnica inicial del prototipo y muestran que sus principales componentes pueden trabajar de manera integrada bajo las condiciones probadas. No obstante, para establecer su comportamiento con un mayor número de usuarios, distintos dispositivos y volúmenes más grandes de información, será necesario realizar evaluaciones técnicas adicionales. También se recomienda ejecutar casos de prueba específicos para el panel administrativo, sus gráficas y los filtros, si todavía no se han evaluado de forma independiente.

Discusión de los resultados de usabilidad

Los resultados de usabilidad complementan las pruebas funcionales porque permiten analizar si los participantes pudieron utilizar la aplicación para completar las actividades propuestas. Mientras las pruebas funcionales se enfocaron en comprobar operaciones específicas, la evaluación de usabilidad permitió observar el desempeño de los participantes y conocer su percepción mediante el cuestionario SUS.

El porcentaje de éxito del 100 %, junto con la puntuación promedio SUS de 88 sobre 100, representa un resultado favorable para la evaluación inicial del prototipo. El tiempo promedio de 2 minutos y 9 segundos también permite describir la duración de las actividades realizadas durante las sesiones.

Sin embargo, estos resultados deben interpretarse considerando el número reducido de participantes y el alcance de las tareas evaluadas. No es posible afirmar que todos los ciudadanos tendrían la misma experiencia ni que todas las funciones incorporadas, especialmente las herramientas administrativas añadidas o mejoradas, hayan sido evaluadas por los participantes si no formaron parte de las actividades propuestas.

A partir de estos hallazgos, se recomienda ampliar las evaluaciones con más participantes, distintos dispositivos y escenarios de uso. También sería conveniente recopilar observaciones cualitativas para identificar dificultades de navegación, comprensión de las opciones y registro o consulta de reportes. De igual manera, las herramientas administrativas pueden evaluarse mediante tareas específicas orientadas a la consulta de indicadores, el uso de filtros y la interpretación de las gráficas.

Posible aporte de InfraValle a los ciudadanos y a la gestión institucional

Desde la perspectiva ciudadana, InfraValle ofrece una alternativa digital para registrar problemas de infraestructura pública mediante una descripción, una fotografía, la ubicación geográfica y el barrio correspondiente. La consulta de los reportes disponibles, sus estados y los comentarios administrativos permite acceder a información almacenada en el prototipo y conocer los datos registrados sobre los incidentes.

Desde la perspectiva administrativa, el panel de indicadores, las gráficas y los filtros por barrio y tipo de daño podrían facilitar la organización y el análisis de los reportes. La información sobre la distribución por estados, la evolución mensual, los daños más reportados por barrio y los registros pendientes con mayor antigüedad puede servir como apoyo para examinar los datos disponibles.

Sin embargo, estos posibles aportes se derivan de las características implementadas y no de una mejora institucional comprobada. El proyecto no incluyó una implementación piloto con la Oficina de Participación Ciudadana de Valledupar ni una comparación del proceso de recepción y seguimiento de reportes antes y después del uso de la aplicación. Tampoco se recopilaron datos institucionales para medir una reducción porcentual de quejas, tiempos de respuesta o carga laboral de los funcionarios.

Por lo tanto, no se puede afirmar que InfraValle haya producido mejoras reales en dichos indicadores. Para comprobar sus posibles beneficios sería necesario realizar una prueba piloto autorizada con la entidad competente, establecer una línea base, definir indicadores verificables y comparar los resultados posteriores a la implementación. También se deberían establecer responsabilidades para revisar, clasificar, atender y cerrar los reportes, garantizando que la información registrada se vincule con un proceso de gestión claramente definido.

Síntesis de los resultados y oportunidades de mejora

En términos generales, los resultados muestran que InfraValle cuenta con las funcionalidades principales previstas para el registro y la consulta de problemas de infraestructura pública. Las diez pruebas funcionales ejecutadas fueron aprobadas, las 35 tareas de usabilidad se completaron satisfactoriamente y el cuestionario SUS obtuvo un promedio de 88 sobre 100.

Estos resultados respaldan el cumplimiento de los objetivos de diseño, implementación y evaluación inicial del prototipo dentro del alcance establecido. La aplicación permite registrar reportes con información descriptiva, fotografías, ubicación y barrio; consultar los reportes disponibles; visualizar sus estados y comentarios; y utilizar herramientas administrativas para organizar y analizar la información mediante indicadores, gráficas y filtros.

Entre las oportunidades de mejora se encuentran ampliar las pruebas con más participantes, evaluar el comportamiento en diferentes dispositivos y condiciones de conexión, fortalecer la verificación de seguridad y realizar pruebas específicas sobre las funcionalidades administrativas. También se puede estudiar la incorporación de notificaciones automáticas y un historial individual de reportes, funciones que no se encuentran implementadas actualmente.

Finalmente, una prueba piloto con la entidad competente permitiría analizar el comportamiento del sistema en un entorno real y determinar, mediante indicadores medibles, si sus funciones contribuyen a mejorar la organización de la información y el seguimiento de los incidentes reportados.

En conclusión, InfraValle constituye un prototipo funcional con resultados favorables en las pruebas realizadas y en la evaluación inicial de usabilidad. No obstante, los posibles beneficios para la comunidad y la gestión institucional deben comprobarse mediante evaluaciones ampliadas y, si se autoriza su implementación, a través de una prueba piloto.

3.3. CONCLUSIONES

El proyecto InfraValle permitió desarrollar un prototipo funcional orientado al registro y seguimiento de problemas de infraestructura pública en Valledupar. La aplicación integra funciones para registrar usuarios, iniciar sesión, crear reportes con descripción y fotografía, seleccionar una ubicación geográfica y consultar los reportes disponibles con sus respectivos estados.

La incorporación del barrio en los reportes amplía las posibilidades de organizar la información y analizarla desde una perspectiva territorial. Asimismo, el módulo administrativo permite actualizar los estados, agregar comentarios visibles para los ciudadanos y consultar los registros mediante filtros por barrio y tipo de daño.

El panel administrativo incorpora indicadores y gráficas sobre la distribución de reportes por estado, la evolución mensual, los daños más reportados por barrio y los reportes pendientes con mayor antigüedad. Estas funciones proporcionan distintas formas de consultar la información almacenada y constituyen un apoyo para su análisis dentro del prototipo.

En relación con la verificación funcional, los diez casos de prueba ejecutados obtuvieron resultados satisfactorios, equivalentes a un 100 % de aprobación. Este resultado indica que las operaciones evaluadas cumplieron con lo esperado en el entorno de pruebas. Sin embargo, no implica que todas las funcionalidades estén libres de errores ni sustituye la necesidad de realizar pruebas adicionales sobre el conjunto completo del sistema.

La evaluación de usabilidad contó con cinco participantes que realizaron siete tareas cada uno, para un total de 35 actividades completadas. El porcentaje de éxito fue del 100 %, el tiempo promedio de ejecución fue de 2 minutos y 9 segundos y la puntuación promedio del cuestionario SUS fue de 88 sobre 100. Estos resultados

reflejan una percepción favorable de usabilidad entre los participantes evaluados, aunque el tamaño de la muestra no permite generalizar los resultados a toda la población de Valledupar.

Desde la perspectiva ciudadana, InfraValle facilita el registro y la consulta de información relacionada con problemas de infraestructura pública. Desde la perspectiva administrativa, los estados, comentarios, filtros y gráficas pueden contribuir a organizar y examinar los reportes registrados. No obstante, estos posibles beneficios no se han comprobado mediante una implementación institucional ni a través de indicadores de gestión reales.

En conclusión, InfraValle cumple el propósito de desarrollar y evaluar inicialmente un prototipo para el registro y seguimiento de problemas de infraestructura pública. Los resultados respaldan el funcionamiento de las operaciones verificadas y muestran una percepción favorable de usabilidad. Para avanzar hacia una posible utilización institucional, se requiere ampliar las pruebas, fortalecer la evaluación de seguridad y funcionamiento y realizar una prueba piloto autorizada que permita medir sus resultados mediante indicadores verificables.

3.4. RECOMENDACIONES

A partir de las conclusiones obtenidas durante el desarrollo y la evaluación del prototipo InfraValle, se presentan las siguientes recomendaciones para orientar su mantenimiento, fortalecimiento y posible evolución hacia una implementación en un entorno real.

Fortalecer y mantener las funcionalidades implementadas.

Se recomienda continuar verificando el funcionamiento de los módulos de registro e inicio de sesión, creación de reportes, carga de fotografías, selección de ubicación geográfica y consulta de reportes. También es conveniente revisar periódicamente las funciones administrativas de actualización de estados, publicación de

comentarios y consulta de información, con el propósito de detectar errores y conservar la estabilidad del prototipo.

Ampliar las pruebas funcionales y técnicas.

Aunque los diez casos de prueba ejecutados obtuvieron resultados satisfactorios, se recomienda realizar pruebas adicionales con diferentes dispositivos, navegadores, condiciones de conexión y cantidades de información. Es importante incluir casos específicos para comprobar las gráficas del panel administrativo, la consistencia de los indicadores y el funcionamiento de los filtros por barrio y tipo de daño. Esto permitirá identificar posibles errores que no hayan sido contemplados en las pruebas iniciales.

Mantener y mejorar la experiencia de los usuarios.

Debido a los resultados favorables de la evaluación inicial de usabilidad, se recomienda conservar una interfaz clara y sencilla. Asimismo, sería conveniente realizar nuevas evaluaciones con más participantes y personas con diferentes niveles de experiencia tecnológica. Sus observaciones podrían ayudar a identificar oportunidades de mejora en la navegación, la comprensión de las opciones y los procesos de creación y consulta de reportes.

Fortalecer las herramientas de análisis administrativo.

Se recomienda verificar que los indicadores y las gráficas presenten información consistente con los reportes almacenados. También es importante comprobar que los filtros por barrio y tipo de daño permitan consultar correctamente los registros correspondientes. En futuras versiones, podrían estudiarse nuevas opciones de búsqueda o formas adicionales de organizar la información, de acuerdo con las necesidades identificadas durante su utilización.

Evaluar una posible implementación institucional.

Se recomienda presentar el prototipo a la entidad competente del municipio de Valledupar para analizar su viabilidad como herramienta de apoyo a la gestión de reportes ciudadanos. Antes de una eventual implementación, será necesario definir quiénes estarán encargados de revisar, clasificar, atender y cerrar los reportes, cómo se actualizarán sus estados y qué mecanismos se utilizarán para informar a los ciudadanos sobre las acciones realizadas.

Medir los posibles beneficios mediante indicadores verificables.

Si se lleva a cabo una prueba piloto, se recomienda establecer una línea base que permita comparar el proceso de recepción y seguimiento de reportes antes y después del uso de la aplicación. Entre los indicadores que podrían evaluarse se encuentran el tiempo promedio de registro y atención, la cantidad de reportes recibidos, el porcentaje de reportes con estado actualizado y la percepción de los usuarios. La comparación de estos datos permitiría determinar si la herramienta genera beneficios medibles en el proceso evaluado.

Considerar nuevas funcionalidades para futuras versiones.

Se recomienda estudiar la incorporación de notificaciones automáticas cuando cambie el estado de un reporte y de un historial individual que permita a cada ciudadano consultar los reportes asociados a su cuenta. Estas funciones no están implementadas actualmente y deberán priorizarse según las necesidades de los usuarios, la viabilidad técnica y los recursos disponibles.

Fortalecer la protección de los datos personales.

Se recomienda revisar las reglas de acceso y las medidas de seguridad de Firebase para asegurar que cada tipo de usuario pueda realizar únicamente las operaciones autorizadas. También se deben establecer procedimientos claros para la recopilación, almacenamiento, consulta y tratamiento de datos personales,

fotografías y ubicaciones geográficas, así como informar a los usuarios sobre la finalidad del tratamiento de sus datos y aplicar las medidas correspondientes de acuerdo con la normativa colombiana vigente.

En conjunto, estas recomendaciones buscan dar continuidad a los resultados favorables obtenidos durante la evaluación inicial de InfraValle. Su finalidad es orientar el fortalecimiento del prototipo y preparar una posible implementación futura, sin asumir que sus beneficios institucionales ya han sido demostrados. Cualquier impacto en la organización de los reportes, la comunicación con los ciudadanos o la atención de los incidentes deberá evaluarse mediante pruebas ampliadas y, si la entidad competente lo autoriza, una experiencia piloto con indicadores definidos previamente.

3.5 Bibliografía:

[1] *Instituto Distrital de la Participación y Acción Comunal – IDPAC. (2018, febrero 23). Bogotá Abierta: La plataforma digital para construir entre todos la Nueva Ciudad. https://historico.participacionbogota.gov.co/bogota-abierta-la-plataforma-digital-para-construir-entre-todos-la-nueva-ciudad*

[2] *Rivera Rivera, D. P. (2024). Aplicación móvil con geolocalización para el reporte ciudadano de daños en la infraestructura urbana de la ciudad de Ambato. Universidad Técnica de Ambato.*

[3] *PNUD. (2024). Guía de implementación de una solución digital para reportes ciudadanos: Caso "Cómo va mi barrio". Quito, Ecuador. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-11/reto_gad_innova_guia_de_implementacion_de_una_solucion_digital_para_reportes_ciudadanos.pdf*

[4] *Huayra, O., & Contreras, R. J. (2025). Participación ciudadana digital y transparencia organizacional en gobiernos locales: una revisión sistemática. Revista de Investigación en Comunicación, 6(2). https://ve.scielo.org/pdf/ric/v6n2/2739-*

0063-ric-6-02-e602055.pdf

[5] *Adnan, M., et al. (2022). E-participation in government initiatives: A systematic mapping. Journal of Digital Governance, 3(2).*

[6] *Benlahcene, A., et al. (2024). Challenges in civic tech adoption: A theoretical and operational review. Public Sector Innovation Review, 5(1).*

[7] *Suárez, M., & Noboa, L. (2024). Institutional design and digital participation: A territorial perspective. Latin American Journal of Public Policy, 7(2).*

[8] Bono Rosselló, J., et al. (2025). Ethical design principles for civic AI platforms. Journal of Civic Technology, 6(3).

[9] *Muñoz, C., et al. (2024). Participación ciudadana y gobernanza local en Perú. Revista de Gestión Pública, 5(1).*

[10] *Charnock, L., et al. (2021). Libraries as civic tech hubs: Bridging digital divides. Urban Knowledge Review,*

[11] *Congreso de Colombia. (2015). Ley 1757 de 2015: Por la cual se dictan disposiciones en materia de promoción y protección del derecho a la participación democrática.https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=65335*

[12] *Congreso de Colombia. (2013). Ley 1682 de 2013: Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=55612*

[13] *Presidencia de la República de Colombia. (2022). Decreto 767 de 2022: Lineamientos generales de la Política de Gobierno Digital. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=186766*

[14] *Hernández Cruz, O., & Hütt Herrera, H. (2024). Participación ciudadana: un nuevo paradigma en la gestión pública. Estudios de la Gestión, 15(1), 79–99. https://doi.org/10.32719/25506641.2024.15.4*

[15] *Montecinos, E., & Contreras, P. (2019). Participación ciudadana en la gestión*

pública: una revisión sobre el estado actual. Revista Venezolana de Gerencia, 24(86).https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29059356004

***[16]** Bernasconi, C. E., Otero, A. E., & Surraco, R. (2023). Gestión pública y sistemas de información: definición de procesos y herramientas para la toma de decisiones. https://app.educacionadistancia.org/public/app/files/lessons/original/Gesti%C3%B3n_p%C3%BAblica_y_sistemas_de_informaci%C3%B3n.pdf*

***[17]** Chapman, A. D., & Wieczorek, J. R. (2023). Guía de buenas prácticas de georreferenciación. GBIF. https://docs.gbif.org/georeferencing-best-practices/1.0/es/guia-de-buenas-practicas-de-georreferenciacion.es.pdf*

***[18]** Hernández, O., & Montero, J. (2020). Ruta para la implementación del gobierno local abierto en Costa Rica. Universidad de Costa Rica.*

***[19]** CEPAL. (2017). Manual de Gobierno Abierto. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.*

***[20]** Pulzo. (2025, agosto 25). Alcaldía de Valledupar inicia mantenimiento vial en zona rural: inversión, impacto y detalles del proyecto. Pulzo. https://www.pulzo.com/nacion/alcaldia-de-valledupar-inicia-mantenimiento-vial-en-zona-rural-inversion-impacto-y-detalles-del-proyecto-PP4746382A*

***[21]** La Voz del Cañaguate. (2024, octubre 16). Valledupar proyecta un presupuesto histórico para 2025 enfocado en el bienestar social. La Voz del Cañaguate. https://www.lavozdelcanaguate.com/2024/10/16/valledupar-proyecta-un-presupuesto-historico-para-2025-enfocado-en-el-bienestar-social/ [lavozdelca...aguate.com]*

***[22]** Concejo Municipal de Valledupar. (2025, agosto 15). Ponencia segundo debate Proyecto de Acuerdo 011:https://concejodevalledupar.gov.co/wp-content/uploads/2025/08/PONENCIA-SEGUNDO-DEBATE-PROYECTO-DE-ACUERDO-011-.pdf*