


# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

### CARRERA DE SOFTWARE

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**TEMA: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ALARMA COMUNITARIA (WEB Y MÓVIL) PARA REPORTAR INCIDENCIAS DE SEGURIDAD EN UN BARRIO DE LA CIUDAD DE IBARRA, USANDO METODOLOGÍA SCRUM Y EL MODELO UTAUT."**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera de Software

**Línea de investigación:** Desarrollo, aplicación de software y cyber security (seguridad cibernética)

**AUTOR**:

Johanna Elizabeth Puerchambud Pinchao

**DIRECTOR**:

Irving Marlon Reascos Paredes

**Ibarra-Ecuador 2026**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
## DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | |
|---|---|
| **APELLIDOS Y NOMBRES:** | Puerchambud Pinchao Johanna Elizabeth |

| DATOS DE LA OBRA | |
|---|---|
| **TÍTULO:** | Desarrollo de un sistema de Alarma Comunitaria (web y móvil) para reportar incidencias de seguridad en un barrio de la ciudad de Ibarra, usando metodología SCRUM y el modelo UTAUT. |
| **AUTOR (ES):** | Puerchambud Pinchao Johanna Elizabeth |
| **FECHA: DD/MM/AAAA** | 07/09/2026 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| **PROGRAMA:** | ■ **PREGRADO** ☐ **POSGRADO** |
| **TITULO POR EL QUE OPTA:** | Ingeniera de Software |
| **DIRECTOR /ASESOR:** | Irving Marlon Reascos Paredes/ Diego Javier Trejo España |

## 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 07 días del mes de septiembre de 2026

**EL AUTOR:**

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
JOHANNA ELIZABETH
PUERCHAMBUD PINCHAO

Johanna Elizabeth Puerchambud Pinchao

# Certificación del director del trabajo de integración curricular

Ibarra, 07 de septiembre de 2026

PhD. Irving Marlon Reascos Paredes

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

IRVING MARLON REASCOS PAREDES

Firmado digitalmente por IRVING MARLON REASCOS PAREDES
Fecha: 2026.09.07 15:04:02 -05'00'

.....

***Irving Marlon Reascos Paredes***
***Docente FICA***

# Dedicatoria

Dedico este trabajo, primero, a Dios. Gracias por darme fuerzas cuando sentía que ya no podía más, por cuidarme, guiarme y permitirme llegar hasta este momento.

A mi mamá, **Gloria**, a quien le debo tanto. Gracias por estar siempre a mi lado, por darme su amor, su apoyo y por no dejarme rendir nunca. Es una mujer fuerte y luchadora, de esas personas que incluso en los momentos difíciles buscan ver lo bueno de las cosas. Gracias por enseñarme a ser quien soy y por creer en mí; este logro también es tuyo, mamita.

A mi hijo, **Damián**, mi mayor inspiración y motivación. Todo este esfuerzo tiene mucho que ver contigo, porque eres la razón por la que quiero seguir creciendo, aprendiendo y luchando por un mejor futuro. Tus sonrisas y tu amor me dieron fuerzas en los momentos en que más cansada me sentía. Este logro es para ti, con todo mi cariño.

A mi hermana **Luz Dary**, mi hermana mayor, gracias por estar pendiente de mí y por apoyarme aun estando lejos. Tus palabras de aliento, tus consejos y la ayuda que me has dado cuando ha significado mucho para mí. Saber que cuento contigo me ha dado tranquilidad y fuerza para continuar. Te dedico este logro con mucho cariño, porque siempre has sido una parte importante de mi vida.

A mi hermana **Karla**, que siempre tengo presente en mi corazón y en muchos recuerdos de mi vida. Fuiste una parte importante de mi formación, de mi historia y de la persona que soy ahora. Extraño tu presencia, pero llevo conmigo todo lo que compartimos y el cariño que siempre nos unió. Este logro también es para ti, hermana, porque sé que desde donde estés estarías feliz por mí.

A mi hermanita **Arianna**, por llenar mi vida de alegría y cariño. Has sido una luz y motivación para mí, con tu forma tan dulce de demostrar amor y de hacerme sonreír incluso en los días difíciles. Te dedico este logro con todo mi amor, porque eres una niña muy especial en mi vida.

*"Puedes encontrarte con muchas derrotas, pero no debes dejarte vencer. De hecho, puede ser necesario experimentar las derrotas para que sepas quién eres, de qué puedes recuperarte y cómo puedes salir adelante."*

***Maya Angelou***

# Agradecimiento

Agradezco profundamente a mi familia, especialmente a mi mamá **Gloria**, a mi hijo **Damián**, a mis hermanas **Luz Dary** y **Arianna**, a mi hermana **Karla**, que siempre vivirá en mi corazón, y a mi abuelita **Concepción**. Gracias por su amor, por estar presentes, por creer en mí y por acompañarme de distintas maneras durante este camino. Este logro no habría sido el mismo sin ustedes, porque cada palabra de ánimo, cada ayuda y cada muestra de cariño me dieron fuerzas para seguir adelante.

A mi mejor amiga, **Carolayne**, a quien conocí durante la carrera y que desde entonces se convirtió en una persona muy importante para mí. Gracias por estar conmigo, por darme palabras de aliento, por escucharme y por celebrar mis logros como si fueran tuyos. Hemos compartido muchos momentos bonitos que siempre voy a recordar. Te admiro mucho por ser una mujer fuerte y valiente, y agradezco de corazón tener una amistad tan sincera como la tuya.

A mi mejor amigo, **Stalyn**, gracias por acompañarme en este proceso y brindarme tu apoyo. Gracias por escucharme en mis momentos de duda, por darme ánimo cuando lo necesitaba y por recordarme que soy capaz de lograr lo que me propongo y por valorar nuestra amistad de una manera tan bonita. Tenerte en mi vida ha sido un regalo muy especial.

A **Ing. Irving Reascos**, mi tutor de tesis, gracias por su guía, paciencia y apoyo durante el desarrollo de este trabajo. Sus observaciones y recomendaciones me ayudaron a avanzar y a mejorar en cada etapa de la investigación. Agradezco todo el tiempo que dedicó a orientarme y compartir sus conocimientos conmigo.

A **Ing. Diego Trejo**, mi asesor de tesis, gracias por sus recomendaciones, por su tiempo y por el apoyo brindado durante este proceso. Agradezco su disposición y el aporte académico que brindó para la culminación de esta investigación.

Finalmente, agradezco a mis demás familiares, amigos y a todas las personas que, de una u otra manera, estuvieron presentes durante esta etapa. Gracias por cada palabra de ánimo, por los buenos momentos compartidos y por acompañarme cuando más lo necesité. Cada muestra de cariño, apoyo y confianza fue importante para poder llegar hasta aquí. Este logro también guarda un poco de cada una de las personas que creyeron en mí.

# Resumen

La inseguridad ciudadana y la limitada coordinación comunitaria ante incidentes de riesgo evidencian la necesidad de herramientas tecnológicas que permitan alertar, reportar y organizar la respuesta barrial de forma inmediata. El objetivo general de este estudio fue desarrollar un sistema de alarma comunitaria web y móvil para reportar incidencias de seguridad en un barrio de la ciudad de Ibarra, integrando geolocalización, notificaciones, chat comunitario y gestión administrativa. La metodología aplicada se basó en SCRUM, mediante la organización del trabajo en sprints, definición de requisitos, historias de usuario, construcción incremental de módulos y validación orientada al modelo UTAUT para analizar la aceptación tecnológica. Como resultado se obtuvo una solución compuesta por una API REST, una aplicación web administrativa y una aplicación móvil, permitiendo gestionar barrios, usuarios y UPCs, delimitar zonas en mapas, registrar reportes con evidencia, enviar notificaciones push, mantener comunicación barrial en tiempo real y activar un botón de alarma con ubicación y llamada automática al número configurado. Se concluye que el sistema fortalece la comunicación comunitaria y centraliza la gestión de incidencias, ofreciendo una herramienta funcional, escalable y adaptable para apoyar la seguridad barrial.

**Palabras clave**: Alarma comunitaria, seguridad ciudadana, aplicación móvil, geolocalización, SCRUM, UTAUT.

# Abstract

Citizen insecurity and limited community coordination in response to risk incidents reveal the need for technological tools that enable immediate alerting, reporting, and neighborhood response organization. The general objective of this study was to develop a web and mobile community alarm system to report security incidents in a neighborhood of the city of Ibarra, integrating geolocation, notifications, community chat, and administrative management. The applied methodology was based on SCRUM, through work organization into sprints, requirements definition, user stories, incremental module development, and validation oriented to the UTAUT model to analyze technology acceptance. As a result, a solution composed of a REST API, an administrative web application, and a mobile application was obtained, allowing the management of neighborhoods, users, and Community Police Units, the delimitation of zones on maps, the registration of reports with evidence, the sending of push notifications, real-time neighborhood communication, and the activation of an alarm button with location and automatic call to the configured number. It is concluded that the system strengthens community communication and centralizes incident management, offering a functional, scalable, and adaptable tool to support neighborhood security.



**Keywords:** Community alarm, citizen security, mobile application, geolocation, SCRUM, UTAUT.

# Lista de siglas

**API.** Application Programming Interface. Interfaz de Programación de Aplicaciones.

**APK.** Android Package Kit. Paquete de Aplicación de Android.

**BD.** Data Base. Base de Datos.

**CRUD.** Create, Read, Update, Delete. Crear, Leer, Actualizar y Eliminar.

**FCM.** Firebase Cloud Messaging. Mensajería en la Nube de Firebase.

**GPS.** Global Positioning System. Sistema de Posicionamiento Global.

**HTTP.** Hypertext Transfer Protocol. Protocolo de Transferencia de Hipertexto.

**HTTPS.** Hypertext Transfer Protocol Secure. Protocolo Seguro de Transferencia de Hipertexto.

**JSON.** JavaScript Object Notation. Notación de Objetos de JavaScript.

**JWT.** JSON Web Token. Token Web JSON.

**MVC.** Model View Controller. Modelo Vista Controlador.

**REST.** Representational State Transfer. Transferencia de Estado Representacional.

**RF.** Functional Requirement. Requisito Funcional.

**RNF.** Non-Functional Requirement. Requisito No Funcional.

**SCRUM.** Scrum Framework. Marco de trabajo ágil para la gestión de proyectos de software.

**SIG.** Geographic Information System. Sistema de Información Geográfica.

**SQL.** Structured Query Language. Lenguaje de Consulta Estructurada.

**TIC.** Information and Communication Technologies. Tecnologías de la Información y la Comunicación.

**UPC.** Community Police Unit. Unidad de Policía Comunitaria.

**UTAUT.** Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. Teoría Unificada de Aceptación y Uso de la Tecnología.

# Índice de Contenidos

**Autorización de uso y publicación** ..... i

**Certificación del director del trabajo de integración curricular** ..... ii

**Dedicatoria** ..... iii

**Agradecimiento** ..... iv

**Resumen** ..... v

**Abstract** ..... vi

**Lista de siglas** ..... vii

**Índice de Contenidos** ..... viii

**Índice de tablas** ..... xii

**Índice de figuras** ..... xiv

**CAPÍTULO I** ..... 1

**INTRODUCCIÓN** ..... 1

**1.1 Tema** ..... 1

**1.2 Planteamiento del problema** ..... 1

**1.3 Objetivos** ..... 2

**1.3.1 Objetivo general** ..... 2

**1.3.2 Objetivos específicos** ..... 2

**1.4 Alcance** ..... 2

**1.5 Justificación** ..... 5

**1.6 Antecedentes** ..... 6

**CAPÍTULO II** ..... 8

**MARCO TEÓRICO** ..... 8

**2.1 Teorías de sistemas de información** ..... 8

**2.1.1 Teoría de acción colectiva** ..... 8

**2.1.2 Teoría UTAUT** ..... 9

**2.2 Seguridad ciudadana y participación comunitaria** ..... 11

**2.2.1 Definición de seguridad ciudadana** ..... 11

**2.2.2 Rol de la comunidad en la prevención del delito ..... 12**

**2.2.3 Modelos de organización barrial para la seguridad ..... 12**

**2.3 Sistemas de alarma comunitaria ..... 13**

**2.3.1 Tipologías de alarmas existentes ..... 14**

**2.3.2 Casos de estudio locales y nacionales ..... 14**

**2.3.3 Limitaciones de sistemas tradicionales ..... 15**

**2.3.4 Aplicaciones móviles y su impacto en la seguridad ..... 16**

**2.3.5 Geolocalización y mapas digitales ..... 17**

**2.3.6 Notificaciones en tiempo real ..... 17**

**2.4 Trabajos relacionados ..... 17**

**CAPÍTULO III ..... 20**

**MATERIALES Y MÉTODOS ..... 20**

**3.1 SCRUM Metodología ágil para el desarrollo del sistema ..... 20**

**3.1.1 Identificación y especificación de requisitos del sistema ..... 20**

**3.1.2 Definición del Product Backlog e Historias de Usuario ..... 21**

**3.1.3 Planificación y ejecución iterativa de Sprints ..... 21**

**3.2 Herramientas de desarrollo del sistema ..... 22**

**3.2.1 Flutter para aplicaciones móviles ..... 22**

**3.2.2 Angular para frontend web ..... 23**

**3.2.3 Leaflet para visualización geográfica y delimitación de barrios ..... 23**

**3.2.4 Node.js + Express en el backend ..... 24**

**3.2.5 PostgreSQL y PostGIS para la base de datos ..... 24**

**3.2.6 Firebase para almacenamiento y mensajería ..... 24**

**3.3 Validación de la aplicación móvil mediante UTAUT ..... 25**

**3.3.1 Diseño de la validación ..... 25**

**3.3.2 Instrumento de validación ..... 26**

**3.3.3 Escala de valoración del instrumento ..... 28**

**3.3.4 Población y muestra ..... 29**

**CAPÍTULO IV** ..... **31**

**RESULTADOS Y ANÁLISIS** ..... **31**

**4.1 Análisis y diseño del sistema web y móvil** ..... **31**

**4.1.1 Requisitos del sistema** ..... **31**

**4.1.2 Historias de Usuario del Sistema** ..... **35**

**4.1.3 Plan general de desarrollo (SCRUM)** ..... **46**

**4.2 Diseño general del sistema** ..... **48**

**4.2.1 Arquitectura tecnológica del sistema** ..... **48**

**4.2.2 Flujo general de funcionamiento** ..... **50**

**4.2.3 Diseño de la base de datos** ..... **52**

**4.4 Desarrollo del sistema mediante SCRUM** ..... **53**

**4.4.1 Sprint 1: Planificación, entorno y seguridad base** ..... **53**

**4.4.2 Sprint 2: Administración territorial y usuarios** ..... **54**

**4.4.3 Sprint 3: Gestión de UPCs y configuración de alarma** ..... **58**

**4.4.4 Sprint 4: Aplicación móvil y comunicación barrial** ..... **61**

**4.4.5 Sprint 5: Reportes ciudadanos y evidencia** ..... **63**

**4.4.6 Sprint 6: Botón de alarma comunitaria** ..... **68**

**4.4.7 Sprint 7: Integración, visualización y validación funcional** ..... **72**

**4.4.8 Resumen de entregables del desarrollo** ..... **74**

**4.5 Aplicación del instrumento UTAUT** ..... **75**

**4.5.1 Resultados de fiabilidad del instrumento (Alfa de Cronbach)** ..... **76**

**4.5.2 Resultados de expectativa de rendimiento** ..... **77**

**4.5.3 Resultados de expectativa de esfuerzo** ..... **78**

**4.5.4 Resultados de influencia social** ..... **79**

**4.5.5 Resultados de condiciones facilitadoras** ..... **80**

**4.5.6 Resultados de intención de uso** ..... **81**

**4.6 Análisis general de aceptación** ..... **82**

**4.6.1 Promedio general por dimensión** ..... **82**

**4.6.2 Interpretación de resultados ..... 83**

**4.6.3 Conclusión de la validación ..... 84**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 86**

**CONCLUSIONES ..... 86**

**RECOMENDACIONES ..... 87**

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 88**

**ANEXOS ..... 91**

**Anexo1. Análisis de aceptación de la aplicación móvil - modelo UTAUT ..... 91**

# Índice de tablas

**Tabla 1** Comparación entre investigaciones revisadas y aportes del presente trabajo. ..... 6

**Tabla 2** Comparación entre sistemas tradicionales y el sistema propuesto. ..... 15

**Tabla 3** Instrumento UTAUT – ítems de la encuesta basada en UTAUT ..... 26

**Tabla 4** Escala de valoración Likert ..... 29

**Tabla 5** Rango de interpretación de resultados ..... 29

**Tabla 6** Información general de la muestra ..... 30

**Tabla 7** Requisitos funcionales del sistema ..... 31

**Tabla 8** Requisitos no funcionales del sistema ..... 34

**Tabla 9** H.U.01 Autenticación de administradores ..... 36

**Tabla 10** H.U.02 Control de accesos y roles diferenciados ..... 36

**Tabla 11** H.U.03 Gestión de barrios y asignación de administradores ..... 36

**Tabla 12** H.U.04 Gestión de usuarios por barrio ..... 37

**Tabla 13** H.U.05 Delimitación de barrios ..... 37

**Tabla 14** H.U.06 Reporte de incidencias ..... 38

**Tabla 15** H.U. 07 Chat barrial en tiempo real ..... 38

**Tabla 16** H.U.08 Adjuntar evidencia en los reportes ..... 38

**Tabla 17** H.U.09 Notificaciones automáticas ..... 39

**Tabla 18** H.U.10 Visualización de reportes en mapa por barrio ..... 39

**Tabla 19** H.U.11 Gestión de UPCs ..... 40

**Tabla 20** H.U.12 Delimitación de cobertura de UPCs ..... 40

**Tabla 21** H.U.13 Asociación de UPC y número de alarma al barrio ..... 41

**Tabla 22** H.U.14 Autenticación de usuarios móviles ..... 41

**Tabla 23** H.U.15 Registro de token para notificaciones push ..... 42

**Tabla 24** H.U.16 Consulta de reportes del barrio ..... 42

**Tabla 25** H.U.17 Envío de imágenes en el chat barrial ..... 42

**Tabla 26** H.U.18 Botón de alarma comunitaria ..... 43

**Tabla 27** H.U.19 Envío de ubicación en emergencia ..... 43

**Tabla 28** H.U.20 Llamada automática al número de alarma ..... 44

**Tabla 29** H.U.21 Control de activaciones repetidas de emergencia ..... 44

**Tabla 30** H.U.22 Visualización integral de mapa ..... 45

**Tabla 31** H.U.23 Validación funcional del sistema ..... 45

**Tabla 32** Plan de Sprints para el desarrollo del sistema ..... 46

**Tabla 33** Módulos implementados en el sistema ..... 74

**Tabla 34** Coeficiente Alfa de Cronbach por dimensión del modelo UTAUT ..... 76

**Tabla 35** Resultados de expectativa ..... 77

**Tabla 36** Resultados de la expectativa de esfuerzo ..... 78

**Tabla 37** Resultados de influencia social ..... 79

**Tabla 38** Resultados de condiciones facilitadoras ..... 80

**Tabla 39** Resultados de intención de uso ..... 81

**Tabla 40** Promedio general por dimensión UTAUT ..... 82

# Índice de figuras

**Figura 1** Árbol de problemas ..... 2

**Figura 2** Arquitectura tecnológica del proyecto. ..... 3

**Figura 3** Metodología ..... 5

**Figura 4** UTAUT (Teoría Unificada de Aceptación y Uso de la Tecnología) ..... 11

**Figura 5** Funcionamiento conceptual de una alarma comunitaria. ..... 13

**Figura 6** Herramientas tecnológicas propuestas ..... 22

**Figura 7** Arquitectura y ecosistema tecnológico del sistema ..... 49

**Figura 8** Flujo general del funcionamiento del sistema ..... 51

**Figura 9** Modelo entidad–relación de base de datos del sistema ..... 52

**Figura 10** Inicio de sesión mediante credenciales ..... 53

**Figura 11** Login de la aplicación Web ..... 54

**Figura 12** Gestión de barrios en la aplicación Web ..... 55

**Figura 13** Delimitación geográfica de barrios mediante Leaflet ..... 55

**Figura 14** Gestión de usuarios por barrios ..... 56

**Figura 15** Proceso de administración del sistema. ..... 57

**Figura 16** Gestión de UPCs ..... 58

**Figura 17** Ubicación y cobertura geográfica de una UPC. ..... 59

**Figura 18** Asociación de UPC y número de alarma al barrio. ..... 60

***Figura 19*** Dashboard de supervisión territorial y reportes del barrio ..... 61

**Figura 20** Inicio de sesión en la aplicación móvil ..... 62

**Figura 21** Pantalla principal de la aplicación móvil ..... 62

**Figura 22** Chat barrial en tiempo real ..... 63

**Figura 23** Registro de reporte ciudadano ..... 64

**Figura 24** Selección o carga de imagen como evidencia. ..... 64

**Figura 25** Actividad del barrio ..... 65

**Figura 26** Listado de emergencias el barrio ..... 66

**Figura 27** Listado de reportes del barrio ..... 66

**Figura 28** Proceso de reporte de incidencia..... 67

**Figura 29** Botón de alarma comunitaria ..... 68

**Figura 30** Formulario de justificación de emergencia ..... 68

**Figura 31** Mensaje de emergencia en el chat barrial ..... 69

**Figura 32** Alarma activada ..... 70

**Figura 33** Proceso de activación de alarma comunitaria. ..... 71

**Figura 34** Visualización de reportes y barrios en el mapa ..... 72

**Figura 35** Visor geográfico administrativo ..... 73

**Figura 36** Sistema integrado app web, app móvil y backend (API) ..... 73

**Figura 37** Resultados de expectativa de rendimiento ..... 77

**Figura 38** Resultados de expectativa de esfuerzo ..... 79

**Figura 39** Resultados de influencia social ..... 80

**Figura 40** Resultados de condiciones facilitadoras ..... 81

**Figura 41** Resultados de intención de uso ..... 82

**Figura 42** Promedio general por cada una de las dimensiones ..... 83

**Figura 43** Resultados de aceptación tecnológica ..... 85

# CAPÍTULO I

# INTRODUCCIÓN

## 1.1 Tema

Desarrollo de un sistema de Alarma Comunitaria (web y móvil) para reportar incidencias de seguridad en un barrio de la ciudad de Ibarra, usando metodología SCRUM y el modelo UTAUT.

## 1.2 Planteamiento del problema

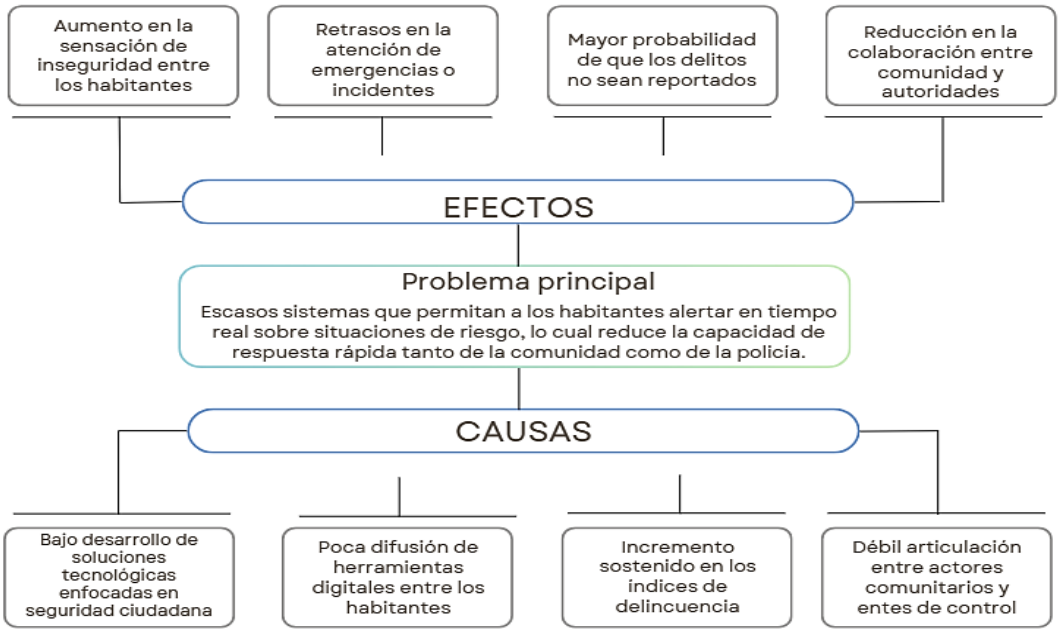
Entre los factores que han afectado la seguridad ciudadana se encuentran la pobreza, el desempleo y la desigualdad. Estos han incrementado la incidencia delictiva y la percepción de inseguridad entre la población. Al mismo tiempo, generan un entorno de riesgo permanente y repercusiones económicas significativas [1]. Ante esta situación, se ha hecho evidente la necesidad de implementar soluciones tecnológicas que fortalezcan la seguridad ciudadana mediante la colaboración activa entre la comunidad y las instituciones encargadas de la seguridad [2].

Para fortalecer la seguridad del sector, el sistema de alarma comunitaria busca mantener conectados de manera permanente a los vecinos de un barrio o comunidad. La mitigación técnica de este escenario se sostiene en la implementación de una arquitectura dual que integra clientes web y móviles. Esta conectividad directa permite tramitar los avisos vecinales al instante, suprimiendo demoras operativas para agilizar el arribo del personal de control al punto exacto de la emergencia barrial.

Las redes de mensajería informal conectan a los residentes, aunque carecen de arquitecturas dedicadas para canalizar auxilios o asegurar el seguimiento estructurado del incidente [3]. La plataforma desarrollada suple esta falencia técnica al implementar un entorno digital parametrizado para reducir los minutos de reacción institucional y consolidar el enlace de auxilio entre el barrio y la fuerza pública de Ibarra. Esta problemática y sus efectos se esquematizan en el árbol de problemas presentado en la **Figura 1**

.

***Figura 1*** *Árbol de problemas*




**Nota:** autoría propia

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema de Alarma Comunitaria (web y móvil) para reportar incidencias de seguridad en un barrio de la ciudad de Ibarra, usando metodología SCRUM y el modelo UTAUT.

### 1.3.2 Objetivos específicos

**1.** Realizar una revisión de la literatura y establecer el marco teórico sobre alarmas comunitarias y seguridad ciudadana.

**2.** Desarrollar un sistema de alarma comunitaria (sistema web y aplicación móvil) usando metodología SCRUM.

**3.** Validar la aplicación móvil usando el Modelo Unificado de Aceptación y Uso de Tecnología (UTAUT).

## 1.4 Alcance

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo desarrollar un sistema de alarma comunitaria compuesto por dos componentes tecnológicos: una aplicación móvil para el reporte en tiempo real de incidencias y una aplicación web para la gestión de usuarios y zonas geográficas. El sistema será implementado como proyecto piloto en un barrio de la ciudad de Ibarra.

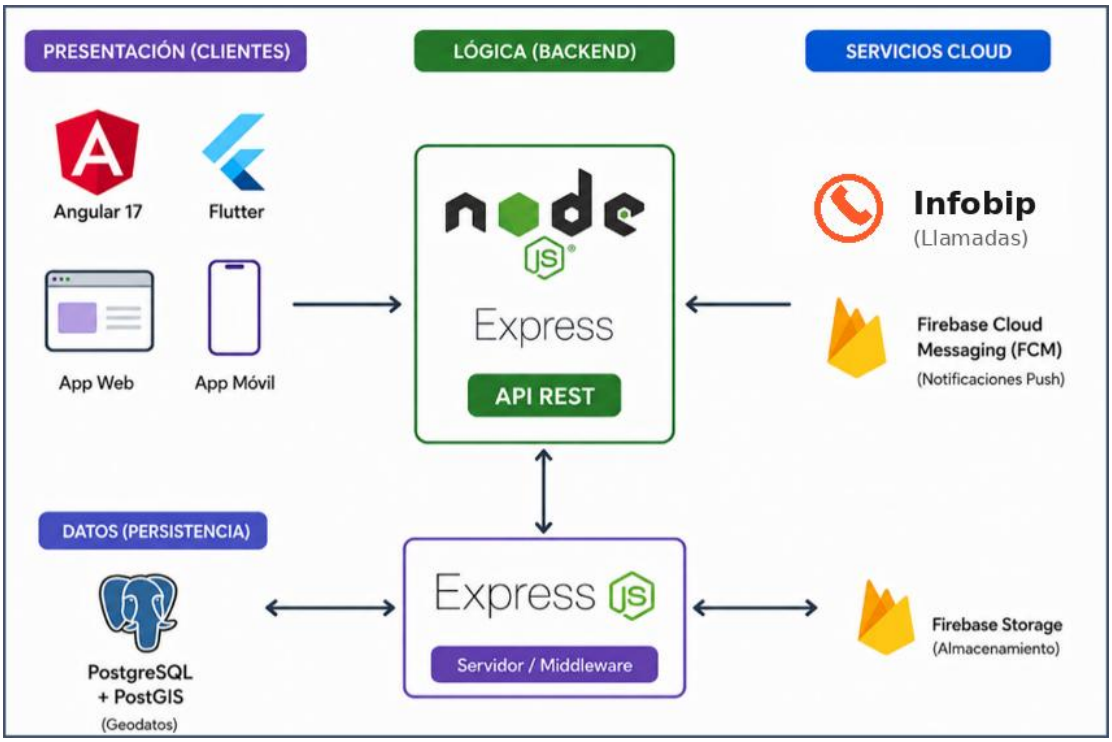
El proyecto abarcará desde la investigación teórica hasta la implementación y validación del sistema. Se realizará una revisión bibliográfica sobre seguridad ciudadana y alarmas comunitarias. Siguiendo la propuesta de Webter y Watson [4], se tendrá los siguientes módulos:

**Aplicación móvil:** el cliente móvil nativo en Flutter para Android tramita las incidencias forzando la vinculación del suceso a la dirección fija domiciliaria, prescindiendo del seguimiento GPS constante. La inmediatez de la alarma se delega al servicio Firebase Cloud Messaging; paralelamente, Firebase Storage absorbe la carga binaria de las imágenes. El almacenamiento estructurado de usuarios y geometrías recae sobre PostgreSQL y PostGIS.

**Aplicación web:** El portal web de administración aplica un esquema de control de acceso para aislar los permisos del gestor global frente a los voceros de barrio. El frontend opera sobre Angular y consume la API construida en Node.js, apoyándose en Leaflet para visualizar las capas de mapas. La arquitectura tecnológica del proyecto se ilustra en la **Figura 2.**

Tras su desarrollo, ambos sistemas se integrarán y serán probados en campo; dentro de este proceso se incluirá la capacitación de usuarios mediante charlas. Finalmente, la validación de la aceptación del sistema se realizará mediante el modelo UTAUT [5]. El producto final será un sistema funcional, escalable y documentado, con potencial de replicación en otros barrios.

***Figura 2*** *Arquitectura tecnológica del proyecto.*




**Nota:** autoría propia

**Metodología:**

El presente trabajo de titulación se enmarca en una investigación de tipo aplicada, ya que busca resolver una problemática concreta relacionada con la seguridad ciudadana, mediante el desarrollo de un sistema tecnológico funcional.

La metodología se compone de tres enfoques principales:

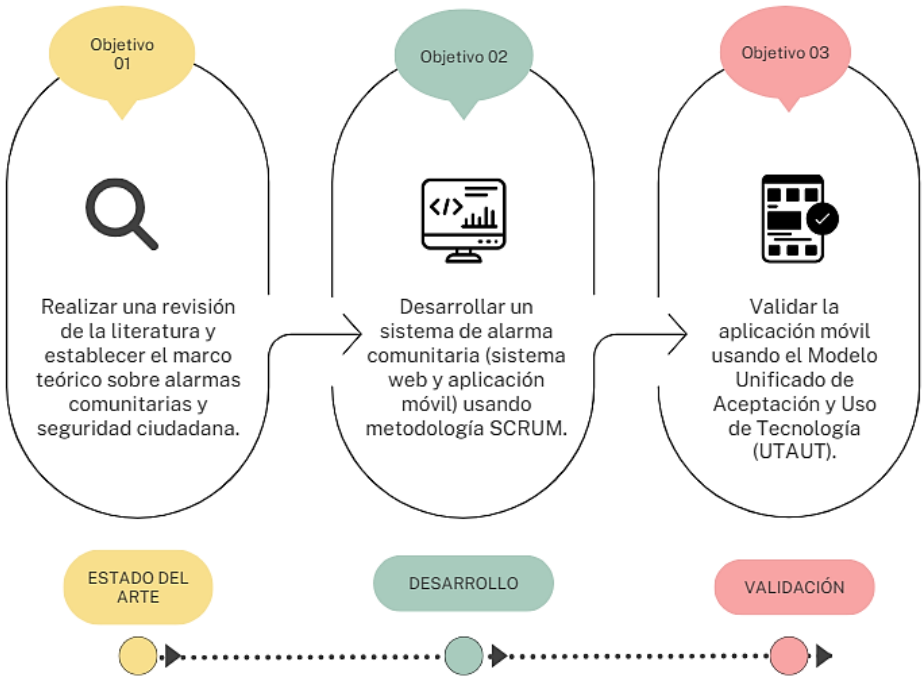
- **Documental,** para la elaboración del marco teórico, utilizando bases de datos científicas como IEEE, ACM, SciELO, Scopus, repositorios institucionales, etc.
- **Aplicada,** para la construcción del software usando metodología SCRUM [6].
- **De campo,** para la validación del sistema con usuarios reales en un barrio piloto. Las técnicas empleadas serán la observación y la encuesta, mientras que los instrumentos incluirán cuestionarios basados en el modelo UTAUT y el uso del software bibliográfico Mendely.

Las actividades metodológicas se desarrollarán según los siguientes objetivos los cuales se resumen visualmente en la **Figura 3**:

- Se realizará una revisión bibliográfica sobre alarmas comunitarias y seguridad ciudadana.
- La planificación y el desarrollo iterativo del sistema se realizarán mediante la aplicación de la metodología ágil SCRUM y el uso de tecnologías como Flutter, Angular, Node.js, PostgreSQL, Firebase y Leaflet.
- La aceptación, la facilidad de uso y la intención de adopción del sistema se evaluarán mediante el modelo UTAUT, cuya aplicación se realizará a través de encuestas a usuarios piloto.

El sistema resultante será funcional y estará validado. Su documentación y su evaluación servirán como base para futuras implementaciones en otros sectores.

***Figura 3*** *Metodología*




**Nota:** autoría propia

## 1.5 Justificación

El aumento de los actos delictivos en zonas residenciales ha provocado una mayor percepción de inseguridad, especialmente en los barrios urbanos, donde las respuestas institucionales son a menudo tardías. En cuanto a los sistemas de alarmas tradicionales, diversos estudios han identificado deficiencias relacionadas principalmente con su bajo nivel de adopción comunitaria y con la falta de integración con sistemas digitales [7], [8].

Ante la limitada organización vecinal, la plataforma enlaza una interfaz web para administración y un aplicativo móvil para residentes, canalizando las alertas ciudadanas hacia la Policía Comunitaria. El proyecto adopta las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 11 y 16 sobre entornos seguros e instituciones receptivas, ofreciendo canales accesibles en el sector. A nivel de software se integran Flutter, Angular, Node.js, Leaflet y PostgreSQL, garantizando un despliegue de bajo costo que prescinde de módulos electrónicos dedicados [9].

El aporte investigativo relacionado con la adopción tecnológica en contextos barriales se fortalecerá mediante la aplicación del modelo UTAUT para validar la aceptación del sistema por parte de los usuarios. Los habitantes del barrio piloto serán los beneficiarios directos del proyecto, mientras que las otras comunidades que podrán replicar esta solución según sus necesidades serán beneficiarias indirectas.

## 1.6 Antecedentes

***Tabla 1*** *Comparación entre investigaciones revisadas y aportes del presente trabajo.*

| INVESTIGACION | APORTE |
|---|---|
| Contexto: local<br><br>Desarrollo de una aplicación móvil con geolocalización para optimizar el botón de pánico en la UPC de Caranqui **[8]**. | El trabajo usa una app móvil con geolocalización enfocada en reducir el tiempo de respuesta policial ante emergencias, activando un botón de pánico asociado a la dirección del domicilio. Este trabajo propone superar esa limitación mediante una red de comunicación comunitaria bidireccional entre vecinos y la Policía, integrando una app móvil y web. |
| Contexto: local<br><br>Sistema de seguridad comunitaria con tecnología plug and play **[7]**. | El trabajo presenta una solución de alarma física de bajo costo que alerta a la UPC y vecinos mediante notificación básica. Esta investigación desarrollara una solución tecnológica escalable, multiplataforma (móvil y web), usando tecnologías modernas como Flutter, Angular y Leaflet, con validación UTAUT. |
| Contexto: nacional<br><br>Sistema integrado de alarma residencial y comunitaria usando LoRaWAN y Flutter **[9]**. | El estudio presenta una plataforma basada en IoT con alarmas físicas residenciales conectadas mediante LoRaWAN y controladas desde app móvil en Flutter. El estudio presenta reportes de incidencias realizadas por usuarios sin necesida de hardware adicional, gestionado desde un backend personalizado y centrado en la participación barrial. |

| | |
|---|---|
| Contexto: nacional<br><br>Sistema de alarma comunitaria con Raspberry Pi y cámara IP **[10]** | El prototipo previo requiere módulos electrónicos dedicados y cámaras locales para disparar sirenas, operando sin registro de cuentas. A diferencia de ese esquema aislado, la actual propuesta de software centraliza la lógica en una API, delegando el despacho de avisos push, el mapeo espacial y el control administrativo a una interfaz web. |
| Contexto: internacional<br><br>Análisis sobre participación comunitaria en políticas de seguridad ciudadana **[11]**. | La investigación citada analiza conceptualmente el impacto del control vecinal sobre la reducción delictiva. El presente desarrollo materializa esa interacción dotando a los moradores de clientes web y móviles, canalizando denuncias multimedia hacia la estación de policía designada para su barrio. |
| Contexto: internacional<br><br>Sistema de alarma comunitaria con botón de pánico y cobertura geográfica limitada **[2]**. | El dispositivo referenciado dispara su bocina mediante conexiones GSM directas, careciendo de rastreo espacial o anexos gráficos. El actual sistema subsana esa restricción al procesar la telemetría del incidente y las fotografías capturadas, gestionando los eventos desde los paneles web y móvil. |

# CAPÍTULO II

# MARCO TEÓRICO

## 2.1 Teorías de sistemas de información

Las teorías de sistemas de información permiten analizar cómo se relacionan las personas, la tecnología y el contexto de uso. En esta investigación se toman en cuenta dos perspectivas. Por un lado, la teoría de acción colectiva ayuda a explicar cómo se organizan los vecinos ante un problema compartido; por otro, UTAUT permite estudiar los factores vinculados con la aceptación de una herramienta tecnológica. Así, la primera perspectiva se relaciona con la participación comunitaria [2]y la segunda con el uso de la aplicación móvil propuesta [12].

### 2.1.1 Teoría de acción colectiva

La acción colectiva aparece cuando varias personas reconocen un problema común y deciden coordinarse para enfrentarlo. En un barrio, la inseguridad puede generar este tipo de organización porque afecta a los habitantes de un mismo sector. Karan et al. señalan que la colaboración se facilita cuando ya existen relaciones de confianza, espacios de encuentro y conocimiento compartido sobre la situación que preocupa a la comunidad [13]. Estos vínculos permiten distribuir responsabilidades y realizar acciones que una persona no podría sostener por sí sola.

La organización comunitaria puede apoyarse en comités barriales, reuniones vecinales o grupos de mensajería. Estos espacios sirven para compartir información, acordar medidas preventivas y coordinar una respuesta cuando ocurre un incidente. No siempre funcionan mediante una estructura formal, pero permiten mantener la comunicación entre personas que viven en el mismo sector. Desde esta perspectiva, una alarma comunitaria puede entenderse como un recurso que apoya una organización vecinal que ya existe, y no como una solución aislada del contexto social [13].

Asimismo, Chriswell y Huberts destacan que la efectividad de estas iniciativas depende directamente de la consolidación de una infraestructura organizativa previa, la cual permite que los acuerdos vecinales se mantengan estables en el tiempo y no se disuelvan tras la resolución de un conflicto puntual [13]. Cuando un barrio cuenta con antecedentes de articulación social, la adopción de nuevas herramientas de protección comunitaria experimenta menores barreras

de entrada, ya que los residentes comparten normas implícitas de convivencia, criterios de legitimidad y canales definidos para la toma de decisiones [13].

Asimismo, la viabilidad de la vigilancia comunitaria exige resolver la inasistencia crónica a reuniones presenciales o el desconocimiento del protocolo durante un asalto. Cuando el barrio adopta un soporte digital, los moradores ganan un canal directo para alertarse entre sí reduciendo el tiempo de auxilio; esta red de comunicación materializa el instinto de ayuda personal en un esquema rápido de protección barrial. Consecuentemente, la arquitectura informática sostiene la distribución de tareas de control, integrando a los empadronados al resguardo de su entorno sin depender de asambleas físicas [13].

### 2.1.2 Teoría UTAUT

Venkatesh et al. propusieron el Modelo Unificado de Aceptación y Uso de Tecnología, conocido como UTAUT, para estudiar por qué una persona decide utilizar una tecnología. El modelo considera cuatro factores: expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo, influencia social y condiciones facilitadoras [12]. Estos factores permiten analizar la utilidad que una persona atribuye al sistema, la dificultad que percibe al utilizarlo, la opinión de su entorno y los recursos con los que cuenta.

El criterio de **expectativa de rendimiento** cuantifica la utilidad funcional que los usuarios asignan al software durante sus actividades [12]. Al evaluar la plataforma comunitaria, esta variable mide si los moradores determinan una reducción en los minutos de notificación del incidente frente a canales informales, contrastando la disminución de actos delictivos con la activación real de los protocolos de auxilio vecinal que se gestionan durante las alertas en el barrio.

El factor de **expectativa de esfuerzo** cuantifica la fricción que experimenta el individuo frente a las interfaces gráficas [12]. Aplicado al contexto de la alarma comunitaria, este indicador obliga a diseñar flujos cortos que guíen el ingreso del domicilio sin requerir triangulación GPS; esta decisión técnica garantiza que los residentes configuren su cuenta y detonen el auxilio incluso si mantienen habilidades básicas en el manejo cotidiano de dispositivos móviles inteligentes.

La **influencia social** establece el peso de las normas del grupo sobre la decisión de adoptar un entorno digital [12]. Dentro de la organización barrial, este factor vincula el uso de la herramienta con el consenso de la directiva y los acuerdos de la asamblea comunitaria, estableciendo que la legitimidad del sistema depende de las directrices fijadas por los líderes

del sector, quienes promueven la vinculación de las familias para alcanzar una masa crítica activa de monitoreo en el vecindario.

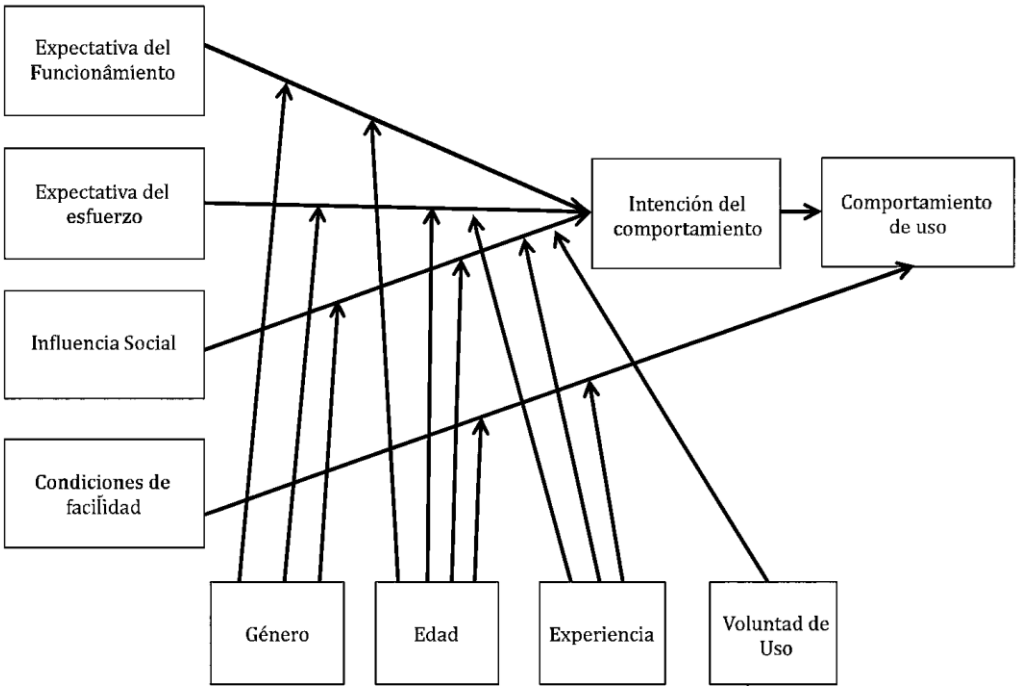
Las **condiciones facilitadoras** miden la compatibilidad entre el entorno técnico del usuario y los recursos requeridos por la arquitectura [12]. La implementación de la solución depende de que los residentes cuenten con conectividad móvil y terminales aptos, mientras que del lado del servidor se exige la continuidad de los servicios desplegados en el backend para ejecutar la activación de los módulos receptores que conmutan la sirena física según los parámetros establecidos en la configuración barrial.

La integración de estas cuatro dimensiones explica la intención conductual previa al uso efectivo del sistema [12]. Emplear los instrumentos de UTAUT permite diagnosticar las variables de aceptación en la población de estudio mediante escalas validadas, orientando los ajustes de los módulos web y móvil a los resultados tabulados; de este modo, las decisiones técnicas de desarrollo se fundamentan en datos medidos sobre la disposición de los habitantes, evitando discrepancias entre la funcionalidad construida y la interacción de los usuarios en el barrio.

La estructuración del instrumento psicométrico UTAUT desglosa las variables que condicionan la interacción vecinal. El parámetro de rendimiento verifica empíricamente si la plataforma acelera la difusión de los asaltos; mientras que la métrica de esfuerzo audita si el diseño de pantalla simplifica el reporte fotográfico. Paralelamente, el grado de legitimidad barrial que transmite la directiva del sector se tabula bajo el rubro de influencia social. Las condiciones facilitadoras, por su parte, abarcarán la disponibilidad de un teléfono, la conectividad y los conocimientos básicos para usar la aplicación.

La validación basada en UTAUT permitirá diferenciar el funcionamiento técnico de la aceptación por parte de los posibles usuarios. Una aplicación puede cumplir sus funciones y, aun así, presentar dificultades de adopción por falta de conocimientos, recursos o confianza. Ayaz y Yanartaş aplicaron este modelo para estudiar la aceptación de un sistema digital en un contexto institucional y encontraron que varios de sus factores se relacionaban con la intención de uso [14]. Esto respalda la elección de UTAUT **Figura 4,** para organizar la evaluación de la aplicación móvil propuesta.

***Figura 4*** *UTAUT (Teoría Unificada de Aceptación y Uso de la Tecnología)*




**Nota:** Elaboración propia, adaptado de "An analysis on the unified theory of acceptance and use of technology theory (UTAUT): Acceptance of electronic document management system (EDMS)" [14]

Se plantea aplicar el modelo mediante un cuestionario compuesto por ítems relacionados con sus dimensiones; las respuestas se recogerán en una escala Likert. Este instrumento permitirá obtener la percepción de los participantes sobre la utilidad, facilidad de uso, apoyo social y recursos disponibles para utilizar la aplicación [12].

## 2.2 Seguridad ciudadana y participación comunitaria

La seguridad ciudadana involucra a las instituciones responsables y también a las personas que viven en el territorio. En los modelos de policía comunitaria, los habitantes participan en la identificación de problemas y en la definición de acciones preventivas. Sin embargo, esta participación puede disminuir cuando el barrio no cuenta con una organización estable o con canales de comunicación permanentes. Por esta razón, la relación entre comunidad y Policía es un aspecto necesario para comprender el funcionamiento de una alarma barrial[15].

### 2.2.1 Definición de seguridad ciudadana

La seguridad ciudadana comprende las acciones públicas destinadas a prevenir riesgos y proteger a la población dentro del marco legal de cada país [16]. Su alcance depende de las condiciones sociales y económicas del lugar donde se aplica. La prevención requiere coordinación entre las instituciones de seguridad y la ciudadanía, debido a que los habitantes

conocen los problemas cotidianos de su sector. Esta participación permite plantear medidas ajustadas a las necesidades de cada comunidad.

### 2.2.2 Rol de la comunidad en la prevención del delito

Los habitantes pueden participar en la prevención mediante la observación del entorno, las reuniones vecinales y la comunicación de situaciones de riesgo. Un estudio realizado por Yagual-Gonzabay y Andrade-Vilela en el barrio 6 de enero encontró que el 94 % de los participantes había sufrido robos [17]. Como respuesta, los vecinos recurrieron a alarmas, grupos de WhatsApp y comunicación directa con la Policía. El estudio también identificó limitaciones tecnológicas, entre ellas cámaras que no podían almacenar grabaciones) [17].

Este caso muestra que la comunidad puede aportar información y coordinar acciones preventivas, en lugar de esperar únicamente una respuesta institucional. La comunicación entre vecinos ayuda a identificar riesgos y facilita el contacto con las autoridades. Sin embargo, para mantener esa participación se necesitan canales accesibles y acuerdos claros sobre la manera de actuar ante una alerta [17].

### 2.2.3 Modelos de organización barrial para la seguridad

En América Latina existen diferentes formas de organización vecinal vinculadas con la seguridad. Entre ellas se encuentran las Juntas Vecinales de Seguridad Ciudadana de Argentina, los Consejos Comunitarios de Seguridad de Brasil y los Consejos Comunales de Seguridad Ciudadana de Chile [15]. Pese a las diferencias operativas, estos esquemas barriales logran consolidar un canal directo de colaboración civil con las fuerzas del orden.

**Modelos de Policía Comunitaria**: La proximidad operativa entre uniformados y moradores fundamenta el esquema preventivo barrial. Experiencias como la vigilancia comunitaria por cuadrantes en Colombia integran a los habitantes en la detección temprana delictiva y la priorización de auxilios, exigiendo que dicho despliegue mantenga una legitimidad mutua, comunicación ininterrumpida y un enlace técnico entre ambas partes [15].

**Participación Ciudadana**: La participación vecinal puede debilitarse cuando solo aparece después de un incidente y desaparece una vez superada la emergencia. Por ello, los barrios necesitan espacios de coordinación que se mantengan en el tiempo. Las reuniones, los responsables comunitarios y los canales de comunicación permiten dar continuidad a las acciones preventivas y distribuir tareas entre los habitantes [15].

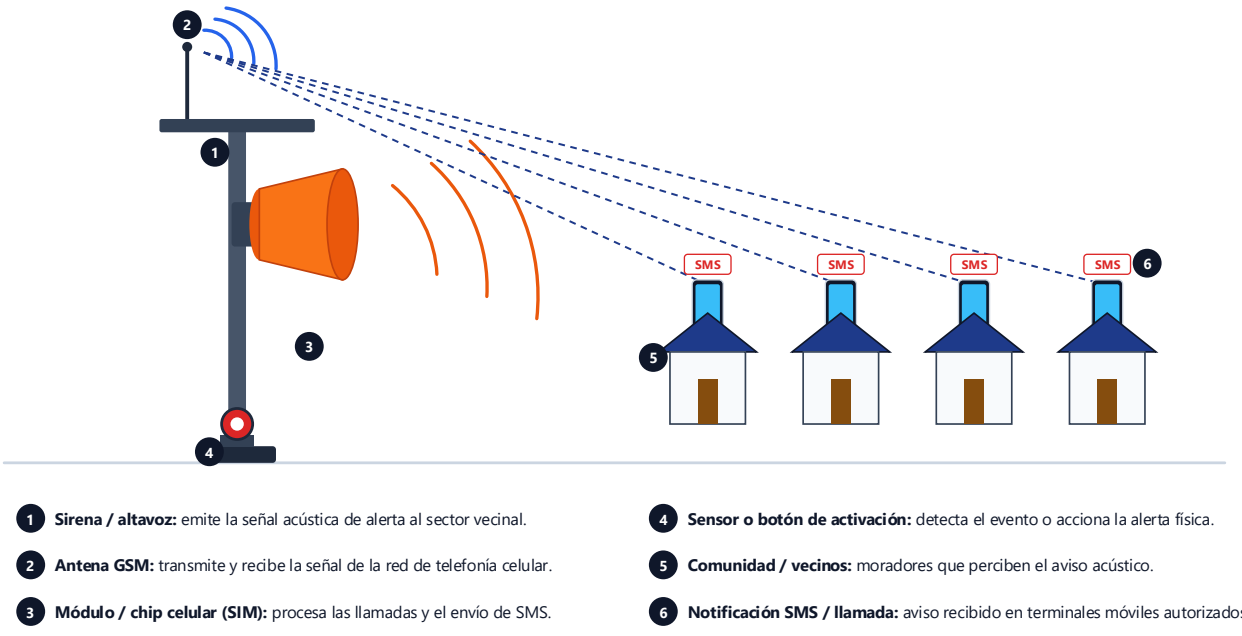
## 2.3 Sistemas de alarma comunitaria

Una alarma comunitaria permite avisar a los habitantes de un sector cuando ocurre una emergencia o una situación de riesgo. Su funcionamiento depende del dispositivo utilizado y de la organización existente entre los vecinos. Los Sistemas de Alerta Temprana consideran elementos como el conocimiento del riesgo, el seguimiento de eventos, la comunicación y la capacidad de respuesta [18]. Estos elementos también ayudan a estudiar una alarma barrial, porque emitir una señal no es suficiente si la comunidad no sabe cómo interpretarla o qué acción realizar.

Para ilustrar de manera esquemática el funcionamiento de este tipo de dispositivo, la **Figura 5** presenta un gráfico conceptual de una alarma comunitaria equipada con un módulo de comunicación celular. Como se observa, el sistema está compuesto por un panel solar que garantiza su autonomía energética, una sirena o altavoz encargado de emitir la señal sonora de alerta, y una antena junto con un módulo GSM que incorpora un chip celular (SIM).

Este último elemento permite que, ante la activación del sensor de riesgo, el dispositivo transmita automáticamente notificaciones mediante SMS o llamadas a los teléfonos móviles de los habitantes del sector, complementando así la alerta sonora con un mecanismo de comunicación directa hacia la comunidad. De esta manera, el gráfico sintetiza la interacción entre los componentes físicos del sistema y el flujo de información que se genera durante una emergencia.

***Figura 5*** *Funcionamiento conceptual de una alarma comunitaria.*



Nota: Autoría propia. Las líneas discontinuas azules representan la señal celular (SMS/llamada) enviada a los residentes; las líneas discontinuas naranjas representan la señal sonora emitida por la sirena.

### 2.3.1 Tipologías de alarmas existentes

Las alarmas comunitarias pueden clasificarse por el tipo de conexión, la forma de activación y el nivel de participación de los usuarios. Los modelos tradicionales utilizan sirenas, pulsadores o conexiones físicas. En cambio, los sistemas digitales pueden incorporar aplicaciones móviles, sensores y servicios en la nube. Ríos señala que la adopción de estas soluciones también depende del costo, el acceso a internet y la experiencia de los usuarios con la tecnología [19]. Por ello, estas condiciones deben considerarse antes de seleccionar las herramientas de un proyecto comunitario.

Otra diferencia se encuentra en la información que circula después de activar la alarma. Un sistema básico emite una señal, pero no permite confirmar quién la generó ni conocer lo ocurrido. Un sistema digital puede añadir ubicación, imágenes, descripción del incidente y comunicación entre los participantes. Estas funciones proporcionan más contexto para responder a la alerta [20]. La propuesta de este trabajo considera este segundo enfoque, mediante una aplicación móvil y una plataforma web para organizar la información.

### 2.3.2 Casos de estudio locales y nacionales

En 2024 se implementó en La Maná, Cotopaxi, un sistema de alarma comunitaria que utilizaba ESP8266 y Telegram. De acuerdo con los datos citados en el estudio, los delitos disminuyeron un 17 % durante el primer semestre de uso. La solución se apoyó en comités barriales, rondas nocturnas y reuniones que ya funcionaban en la comunidad [21]. Este caso muestra que la tecnología puede complementar la organización vecinal cuando existen responsables y actividades previamente definidas.

En Babahoyo se documentó un sistema vecinal basado en sensores y mensajes SMS. La definición de los protocolos de activación, la cobertura y las responsabilidades ante una alerta contó con la participación de los habitantes [19]. Esta experiencia indica que las decisiones sobre el funcionamiento de una alarma deben considerar las condiciones del barrio y que la solución necesita adaptarse al nivel de conectividad y a los conocimientos tecnológicos de quienes la utilizarán.

La Tabla 2 resume las diferencias entre una alarma tradicional y el sistema propuesto. La comparación considera el canal de comunicación, la participación vecinal, la tecnología empleada, el registro de evidencia y la integración con otros servicios [17], [21].

***Tabla 2*** *Comparación entre sistemas tradicionales y el sistema propuesto.*

| Característica | Sistemas tradicionales | Sistema propuesto |
|---|---|---|
| Canal de comunicación | Emisión acústica o luminosa de tipo local sin retorno de estado hacia el usuario ni confirmación del despacho institucional del auxilio. | La red emite avisos bidireccionales mediante conexiones en vivo y alertas push, entregando los datos del siniestro a los moradores inscritos del sector. |
| Interacción comunitaria | El involucramiento se confina a disparar un interruptor local, lo cual bloquea el desarrollo de un frente defensivo colectivo en el entorno. | Los residentes se conectan mediante un canal de mensajería instantánea que otorga visibilidad absoluta al avance del incidente denunciado. |
| Tecnología empleada | Bocinas accionadas por pulsadores manuales y líneas de cobre, careciendo por completo de conectividad web o tablas de historial. | Arquitectura de software que enlaza los móviles y la web directamente al servidor central, guardando la información en bases de datos georreferenciadas. |
| Capacidad de evidencia | Inexistencia de información digital, impidiendo documentar el origen del suceso o anexar registros periciales ante las entidades. | Registro estructurado que asocia la captura fotográfica en almacenamiento cloud con la dirección domiciliaria del emisor. |
| Integración con TICs | Dispositivos aislados sin capacidad de interoperabilidad ni exportación de registros analíticos. | Conexión modular entre servicios cloud, pasarelas de telefonía externa, mensajería en segundo plano y capas cartográficas vectoriales en web. |

### 2.3.3 Limitaciones de sistemas tradicionales

En las alarmas tradicionales, la sirena permite comunicar el peligro, pero deja sin resolver la confirmación del origen de la alerta y la coordinación de las acciones posteriores. La falta de

mantenimiento y capacitación constituye otro factor que puede provocar que el sistema deje de utilizarse. De acuerdo con un informe chileno, más del 40 % de las alarmas instaladas por gobiernos locales ya no eran usadas por la comunidad un año después de su instalación [22]. Este dato muestra que la continuidad del servicio depende tanto del equipo como del acompañamiento a los usuarios.

Las soluciones digitales encuentran limitaciones de uso en algunos sectores debido al acceso desigual a internet y a teléfonos inteligentes. A ello se suman las diferencias en los conocimientos tecnológicos de los habitantes [23]. Estas condiciones hacen necesario que una aplicación comunitaria considere una interfaz sencilla, instrucciones claras y compatibilidad con los dispositivos disponibles. Forman parte de los criterios que orientan la propuesta, pero su cumplimiento deberá revisarse durante el desarrollo y la validación.

**Tecnologías para la gestión de emergencias**

Las tecnologías móviles y de geolocalización pueden apoyar la comunicación durante una emergencia. La aplicación CHAMU192, probada en Brasil, redujo de 35,7 segundos a 0,2 segundos el tiempo necesario para localizar automáticamente a la persona que realizó una llamada [24]. Este antecedente muestra la utilidad de incorporar la ubicación al momento de emitir una alerta. Para el sistema propuesto, esta función permitiría asociar el reporte con el lugar registrado por el usuario.

### 2.3.4 Aplicaciones móviles y su impacto en la seguridad

Mediante una aplicación móvil, el usuario puede comunicar una alerta, compartir la ubicación y adjuntar una imagen desde el mismo lugar donde ocurre el incidente, sin desplazarse hasta una institución. Loverde Gabella et al. estudiaron una aplicación que empleaba geolocalización automática para apoyar la atención de emergencias médicas y reportaron una reducción del tiempo de respuesta [25]. Aunque el contexto es distinto, el estudio muestra cómo un teléfono puede facilitar el envío de datos necesarios para localizar una emergencia.

La cantidad de funciones disponibles no garantiza que una aplicación resulte fácil de usar. Durante una emergencia, el usuario necesita comprender la pantalla y completar la acción con rapidez. Por ello, el diseño debe considerar botones visibles, mensajes breves y una navegación sencilla [26]. Estos criterios sirven como referencia para plantear el registro de incidencias y la activación de la alarma en la aplicación móvil.

### 2.3.5 Geolocalización y mapas digitales

La integración de geocercas con esquemas de crowdsensing permite delimitar polígonos de cobertura mediante coordenadas geográficas y procesar los eventos emitidos desde terminales móviles. El desarrollo de SafeWitness articuló ambos componentes para redefinir áreas de riesgo dinámicas según el volumen de alertas recibidas, reportando una mayor precisión en la categorización de sectores críticos frente a esquemas con perímetros estáticos [27]. Este antecedente sustenta el tratamiento computacional de los reportes en mapas digitales.

A diferencia del esquema adaptativo de SafeWitness, donde los límites se recalculan ante cada reporte [27], en esta implementación se optó por definir perímetros territoriales estáticos correspondientes a la división del barrio. Esta decisión técnica restringe la dispersión de los datos y asegura que las notificaciones de auxilio se canalicen únicamente entre los residentes empadronados dentro del sector; de este modo, el módulo espacial organiza el registro de incidentes asociando cada evento a la dirección fija declarada por el usuario.

### 2.3.6 Notificaciones en tiempo real

Las notificaciones push permiten enviar mensajes a una aplicación, aunque esta no se encuentre abierta. Firebase Cloud Messaging ofrece este servicio y permite dirigir los mensajes a dispositivos o grupos determinados [28]. En una alarma comunitaria, puede utilizarse para informar a los habitantes de un barrio cuando se registra una incidencia o se activa una emergencia. El mensaje puede incluir una descripción breve y los datos necesarios para identificar el evento.

El contenido de la notificación debe ser corto y comprensible. Un número excesivo de mensajes o alertas poco claras puede hacer que los usuarios dejen de prestarles atención. Por ello, se plantea diferenciar los avisos informativos de las emergencias y limitar los envíos a los usuarios del barrio correspondiente [28]. La comunicación en tiempo real también podrá complementarse con el chat barrial mediante WebSockets, un protocolo de red que establece un canal de comunicación bidireccional y persistente entre el servidor y las aplicaciones de los usuarios, lo que permite la transmisión instantánea de mensajes sin necesidad de realizar solicitudes continuas.

## 2.4 Trabajos relacionados

La seguridad vecinal y la prevención del delito se han trabajado a partir de distintas propuestas técnicas, tanto con aplicaciones para teléfonos móviles como mediante prototipos construidos con hardware libre. Este diagnóstico de proyectos afines traza el estado de la técnica sobre el

método de disparo de las alertas, canales de aviso y la cobertura barrial; la evaluación focaliza los fallos al enlazar los teléfonos a las bocinas físicas, validando el actual despliegue de este software.

En el contexto local de Ibarra la investigación de Ipiales evaluó el despacho de emergencias en la UPC de Caranqui mediante una aplicación móvil basada en geolocalización. Construida con metodología XP, la solución redujo el tiempo promedio de atención de seis a cuatro minutos y elevó la efectividad reportada del 82 % al 93 % [29]. El prototipo carecía de evidencia multimedia, seguimiento del proceso de atención y comunicación bidireccional. Estas limitaciones permiten identificar funciones que deben considerarse en una propuesta comunitaria más amplia. La seguridad vecinal y la prevención del delito se han trabajado a partir de distintas propuestas técnicas, tanto con aplicaciones para teléfonos móviles como mediante prototipos construidos con hardware libre. Revisar estos antecedentes ayuda a comparar los enfoques existentes, entender cómo se estructuraron técnicamente y detectar vacíos en la atención de alertas barriales. Los trabajos analizados para este marco se presentan a continuación:

Para barrios con recursos limitados, Cuadrado Sevillano propuso una alarma comunitaria de bajo costo y fácil instalación cuyo prototipo utilizó Arduino, sensores PIR y módulos ESP8266. La detección de una intrusión hacía que se enviara una señal a un receptor; este activaba la sirena y notificaba al teléfono conectado por Wi-Fi [30]. Las pruebas se realizaron en un ambiente controlado. Como el sistema no almacenaba eventos ni disponía de una plataforma administrativa, su alcance se concentró en la activación de la alarma física.

Una aplicación móvil y un panel web conformaron la plataforma comunitaria con la que Ayabaca y Cochancela integraron alarmas residenciales. La solución utilizó dispositivos ESP32, sensores de movimiento, Firebase y Node.js y fue evaluada con 55 familias [31]. Pese a que el ensayo con 55 hogares evidenció una reducción en el tiempo de transmisión del evento, la plataforma operó en condiciones simuladas sin enlazar canales de auxilio con la fuerza pública; además, el esquema prescindió de delimitaciones territoriales en mapa para segmentar los avisos por sector.

De la Cruz y colaboradores diseñaron una alarma para el mercado San Juan mediante Raspberry Pi, cámaras IP y sensores de movimiento. El sistema activaba señales visuales y sonoras y comenzaba la grabación cuando detectaba una intrusión. En las pruebas se informó un 95 % de efectividad para detectar movimientos fuera del horario de atención [32]. Al

funcionar con administración local y sin aplicación móvil, notificaciones remotas ni comunicación con fuerzas del orden, el trabajo se centra en la detección física y no en la coordinación entre usuarios.

Al funcionar con administración local y sin aplicación móvil, notificaciones remotas ni comunicación con fuerzas del orden, el trabajo se centra en la detección física y no en la coordinación entre usuarios [33]. El diseño omitió el rastreo espacial y la persistencia de todos los registros en un servidor, careciendo de pruebas de campo en un entorno barrial. Su despliegue valida la utilidad de los teléfonos, aunque ratifica que un panel central es vital para garantizar la trazabilidad de los delitos.

El prototipo de Haz et al. articuló un cliente telefónico con un microcontrolador Arduino conectado a una red GSM-GPRS. Tras someter la placa a escenarios de robo, fuego, choques y recolección, el log de red comprobó la entrega exitosa de 21 sobre 25 avisos, alcanzando un acierto del 80 % [34]. No obstante, el reporte final constató restricciones severas en el margen de error del sensor GPS y en la escalabilidad de la consola administrativa. Este hallazgo obliga a que el diseño del nuevo software garantice la exactitud cartográfica y la robustez del almacenamiento central al momento de despachar los avisos.

La literatura documenta avances vinculando los sensores con la geolocalización, clientes móviles y plataformas en la nube. A pesar del rigor técnico, buena parte de los diseños se limitaron a pruebas controladas o dejaron sin integrar, dentro de una misma solución, el reporte con evidencia, la comunicación barrial, la gestión web y la delimitación geográfica. A partir de estos antecedentes se orienta el alcance del sistema propuesto y se establece su diferencia frente a las alarmas centradas únicamente en hardware o sirenas.

# CAPÍTULO III
# MATERIALES Y MÉTODOS

El presente capítulo detalla la metodología ágil SCRUM utilizada para la planificación y construcción del software, las herramientas tecnológicas seleccionadas para el desarrollo y el diseño del instrumento de validación basado en el modelo UTAUT.

## 3.1 SCRUM Metodología ágil para el desarrollo del sistema

La construcción del sistema de alarma comunitaria se estructura bajo el marco de trabajo ágil SCRUM, seleccionado por su capacidad para gestionar el desarrollo de software mediante entregas iterativas e incrementales. Esta metodología permite organizar el alcance general en ciclos cortos de trabajo, facilitando la adaptación continua de los componentes a los requerimientos del sector piloto y garantizando una entrega temprana de valor funcional. De acuerdo con Azúa Arteaga et al., la adopción de esquemas ágiles optimiza la coordinación técnica y permite responder eficazmente a las variaciones que surgen durante la construcción de productos informáticos [35].

La articulación del proceso se fundamenta en la interacción constante con los actores comunitarios, integrando la retroalimentación obtenida para ajustar los módulos de manera progresiva. Este esquema iterativo reduce los riesgos de desviación respecto a las necesidades reales del vecindario y asegura la inspección periódica de la calidad del software [6].

### 3.1.1 Identificación y especificación de requisitos del sistema

En esta etapa inicial se formalizan las necesidades funcionales y no funcionales indispensables para el funcionamiento del sistema, tomando como punto de partida el levantamiento de requerimientos con los habitantes y directivos del sector piloto. Se definen las capacidades operativas esenciales de la solución, las cuales incluyen la autenticación de usuarios por roles, la delimitación y gestión de barrios, la visualización sobre mapas geográficos, el canal de comunicación barrial sincrónico, el registro de incidencias con respaldo multimedia y el accionamiento de la alerta de emergencia [6].

De forma paralela, se establecen los requisitos no funcionales que condicionan la arquitectura tecnológica, focalizándose en garantizar una disponibilidad mínima del 95 % y tiempos de respuesta inferiores a tres segundos en el despacho de notificaciones críticas. Asimismo, se definen estándares de seguridad basados en protocolos seguros HTTPS y cifrado de

contraseñas, además de criterios de diseño visual accesible que facilitan la interacción de usuarios con diferentes niveles de alfabetización digital [35].

### 3.1.2 Definición del Product Backlog e Historias de Usuario

Las expectativas identificadas se transforman en un Product Backlog estructurado mediante historias de usuario, concebidas como unidades de trabajo que definen la funcionalidad desde la perspectiva del destinatario final. Cada historia documenta de manera explícita el rol del solicitante, la acción requerida, el valor esperado, la estimación del esfuerzo en horas y los criterios de aceptación técnicos necesarios para comprobar su correcta implementación tanto en la plataforma web administrativa como en la aplicación móvil [6].

La organización de este catálogo permite jerarquizar el orden de construcción conforme al impacto funcional dentro de la seguridad del sector, separando claramente los niveles de interacción asignados al administrador general, al administrador barrial y al morador. Esta especificación estandarizada garantiza la trazabilidad entre las demandas comunitarias y los entregables de software, impidiendo discrepancias entre el diseño lógico y el comportamiento final de las interfaces [35].

### 3.1.3 Planificación y ejecución iterativa de Sprints

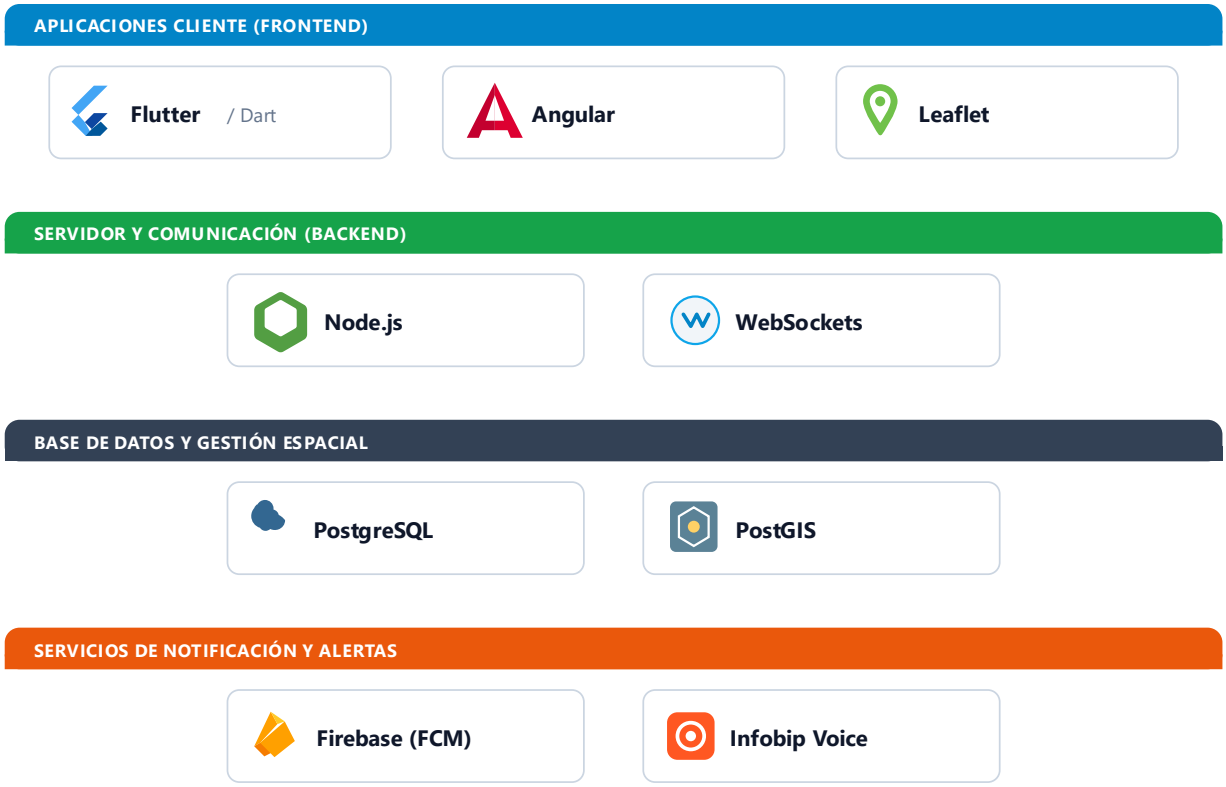
El ciclo de desarrollo se planifica en un esquema de siete iteraciones temporales (Sprints), configuradas de forma progresiva según su orden de precedencia arquitectónica. Las primeras etapas abarcan la configuración del entorno base, la arquitectura de la API REST, el esquema de seguridad mediante tokens JWT y la administración territorial de barrios, mientras que las fases posteriores se concentran en el desarrollo de la aplicación móvil, la comunicación en tiempo real vía sockets, el tratamiento de evidencias fotográficas y el mecanismo de llamada automática ante emergencias[6].

Cada sprint culmina con un incremento de software operativo y verificable, lo que posibilita validar la integración continua entre el backend en Node.js, la persistencia espacial en PostgreSQL/PostGIS y las interfaces de cliente en Angular y Flutter. Al finalizar el séptimo ciclo, el sistema queda completamente consolidado a nivel funcional, permitiendo someter la solución a la posterior fase de evaluación empírica con usuarios mediante el modelo UTAUT [6], [35].

## 3.2 Herramientas de desarrollo del sistema

El sistema propuesto necesita herramientas para construir la aplicación móvil, la plataforma web, el servidor, la base de datos, las notificaciones y la visualización de mapas. La selección debe considerar la compatibilidad entre componentes y los requisitos definidos para el proyecto. En los siguientes apartados se revisan Flutter, Angular, Leaflet, Node.js, PostgreSQL, PostGIS, Firebase y Infobip, junto con la función prevista para cada tecnología [36]. En la **Figura 6** se ilustra la interacción y distribución del ecosistema tecnológico adoptado para el desarrollo del sistema.

***Figura 6*** *Herramientas tecnológicas propuestas*




**Nota:** ecosistema de herramientas de desarrollo propuestas por el sistema de alarma comunitaria.

### 3.2.1 Flutter para aplicaciones móviles

Flutter es un kit de desarrollo creado por Google que permite construir interfaces para varias plataformas con una sola base de código escrita en Dart, un lenguaje de programación orientado a objetos diseñado específicamente para crear aplicaciones rápidas y fluidas. Para este proyecto se considera principalmente su soporte para Android y su sistema de componentes visuales llamados widgets, estas características destacan porque permiten estructurar toda la interfaz gráfica de forma modular, ofrecen una recarga rápida (*hot reload*)

para visualizar los cambios de código al instante y garantizan un rendimiento óptimo al compilarse directamente en código nativo, lo que resulta fundamental para una respuesta rápida durante las emergencias.

Un estudio comparativo de 2023 encontró diferencias favorables para Flutter en algunas pruebas de CPU, memoria y fluidez de interfaz frente a React Native [26]. Estas características son pertinentes para una aplicación en la que el usuario deberá acceder con rapidez a los reportes, el chat y el botón de alarma.

Flutter incluye la función hot reload, que permite observar cambios en la interfaz sin reiniciar todo el proceso de ejecución. Su organización mediante widgets facilita mantener colores, tamaños de texto y botones de forma consistente. Shah señala que los frameworks multiplataforma reducen la duplicación de código y pueden acortar el tiempo de desarrollo [37]. Estas características apoyan la elección de Flutter para preparar una interfaz móvil sencilla y mantener una sola base de código.

### 3.2.2 Angular para frontend web

Angular es un framework basado en TypeScript para crear aplicaciones web organizadas por componentes. Esta estructura permite separar las pantallas, los servicios y la lógica de navegación. Para la plataforma administrativa se plantea emplearlo en la gestión de usuarios, barrios, reportes y mapas. Singh destaca características como el tipado de TypeScript, la inyección de dependencias y las herramientas de validación, que ayudan a mantener el código organizado cuando una aplicación crece [38]

Angular CLI proporciona comandos para crear componentes, ejecutar pruebas y generar la versión de la aplicación que se publicará. El framework también incluye recursos para manejar formularios, rutas y restricciones de acceso. Además, puede comunicarse con una API REST y utilizar bibliotecas externas como Leaflet [39]. Estas posibilidades permiten plantear una plataforma web separada por módulos y conectada con el servidor del sistema.

### 3.2.3 Leaflet para visualización geográfica y delimitación de barrios

Leaflet es una biblioteca de JavaScript para crear mapas interactivos en aplicaciones web. Permite mostrar marcadores, líneas y polígonos sobre mapas base como OpenStreetMap [26]. Para el sistema propuesto se plantea utilizarla en la delimitación de barrios y en la ubicación de usuarios, UPC y reportes. Su integración con Angular permitirá incorporar estas funciones dentro de la plataforma administrativa sin depender de una aplicación de mapas separada.

### 3.2.4 Node.js + Express en el backend

Node.js permite ejecutar JavaScript en el servidor y utiliza un modelo orientado a eventos. Este modelo puede atender varias solicitudes sin detener todo el proceso mientras espera una operación de entrada o salida. Express añade funciones para definir rutas, recibir peticiones HTTP y organizar controladores y middleware [40]. Las dos herramientas fueron consideradas para construir la API que comunicará la aplicación móvil y la aplicación web con la base de datos y los servicios externos.

El registro de usuarios, la autenticación, los reportes y el envío de notificaciones pueden centralizarse mediante la combinación de Node.js y Express. Al utilizar JavaScript en varios componentes del proyecto, también se reduce el cambio entre lenguajes durante el desarrollo. Existen estudios en los que Node.js se emplea en sistemas que reciben eventos y mensajes en tiempo real [41], antecedente que respalda su selección para gestionar la comunicación entre los módulos de la alarma comunitaria.

### 3.2.5 PostgreSQL y PostGIS para la base de datos

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto. Permite almacenar información estructurada y trabajar con transacciones que cumplen propiedades ACID que es un conjunto de cuatro propiedades que garantizan que las operaciones en la base de datos se ejecuten de forma segura, confiable y sin pérdida o corrupción de información. PostGIS es una extensión que añade tipos de datos y consultas espaciales para representar puntos, líneas y polígonos [42]. En este proyecto, PostgreSQL podrá almacenar usuarios, barrios y reportes, mientras que PostGIS permitirá manejar ubicaciones y límites geográficos. Sus funciones siguen estándares del Open Geospatial Consortium, lo que facilita el intercambio de información con herramientas de mapas [43].

### 3.2.6 Firebase para almacenamiento y mensajería

Firebase reúne varios servicios para aplicaciones web y móviles. Firebase Cloud Messaging permite enviar notificaciones push a dispositivos registrados, mientras que Firebase Storage permite guardar archivos como las imágenes adjuntas a un reporte [43]. Para la propuesta se considera FCM como canal de notificación y Storage como repositorio de evidencias. El servidor deberá conservar la relación entre cada archivo, el usuario y el reporte al que pertenece.

## 3.3 Validación de la aplicación móvil mediante UTAUT

La validación del sistema se realizó con el propósito de evaluar el nivel de aceptación de la aplicación móvil de alarma comunitaria por parte de los usuarios del barrio piloto. Esta etapa permitió conocer la percepción de los participantes respecto a la utilidad, facilidad de uso, apoyo social, condiciones disponibles e intención de uso de la aplicación móvil desarrollada.

El Modelo Unificado de Aceptación y Uso de Tecnología, conocido como UTAUT y propuesto por Venkatesh et al., fue el modelo utilizado para realizar la validación. Su aplicación permite analizar los factores que influyen en la aceptación de una tecnología y, en particular, identificar si los usuarios consideran una herramienta digital útil, fácil de utilizar y viable dentro de su contexto.

El componente seleccionado para la validación en este trabajo fue la aplicación móvil. Esta elección se debe a que los habitantes del barrio la utilizan directamente para reportar incidencias, comunicarse mediante el chat barrial y activar el botón de alarma comunitaria en situaciones de emergencia.

### 3.3.1 Diseño de la validación

El diseño de la validación se basó en un enfoque cuantitativo, mediante la aplicación de un cuestionario estructurado con escala tipo Likert. Este instrumento permitió recopilar la percepción de los usuarios después de interactuar con la aplicación móvil y conocer sus principales funcionalidades.

La validación se desarrolló en tres fases. En la primera fase, se realizó una explicación general del sistema y de las funciones principales de la aplicación móvil. En la segunda etapa los participantes con la aplicación y revisaron el inicio de sesión, el chat barrial, el registro de reportes y el botón de alarma comunitaria; en la tercera, se aplicó el cuestionario de aceptación basado en UTAUT.

Determinar si los usuarios pueden aceptar la aplicación móvil desarrollada como una herramienta de apoyo para la seguridad barrial fue el objetivo de la validación. Para realizar esta evaluación se consideraron cinco dimensiones: expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo, influencia social, condiciones facilitadoras e intención de uso.

**Modelo de validación aplicado**

El modelo UTAUT establece que la aceptación y uso de una tecnología puede analizarse mediante dimensiones relacionadas con la percepción de utilidad, facilidad de uso, influencia

del entorno social y condiciones que facilitan la utilización del sistema. Para este estudio se consideraron las siguientes dimensiones:

**Expectativa de rendimiento:** permite evaluar si los usuarios consideran que la aplicación móvil es útil para reportar incidencias, alertar a la comunidad y mejorar la comunicación barrial.

**Expectativa de esfuerzo:** mediante esta dimensión se analiza la percepción de los usuarios respecto a la facilidad para aprender, comprender y utilizar la aplicación.

**Influencia social:** esta dimensión examina si, desde la percepción de los usuarios, los vecinos, dirigentes o personas importantes dentro del barrio apoyarían el uso de la aplicación.

**Condiciones facilitadoras:** mediante esta dimensión se determina si los usuarios disponen de los recursos tecnológicos y del apoyo necesario, además de contar con los conocimientos requeridos para utilizar la aplicación móvil.

**Intención de uso:** permite medir la disposición de los usuarios para utilizar la aplicación móvil en situaciones reales de inseguridad o emergencia.

Estas dimensiones fueron adaptadas al contexto del sistema de alarma comunitaria, considerando que la aplicación móvil no está orientada al rendimiento laboral, sino a la comunicación, prevención y respuesta comunitaria frente a incidentes de seguridad.

### 3.3.2 Instrumento de validación

El instrumento de validación fue diseñado a partir de las dimensiones principales del modelo UTAUT y adaptado al contexto del sistema desarrollado. El cuestionario estuvo compuesto por 22 ítems distribuidos en cinco dimensiones, además de una sección inicial de información general del participante.

***Tabla 3*** *Instrumento UTAUT – ítems de la encuesta basada en UTAUT*

| Dimensión | Nro. | Pregunta - Escala Likert 1 a 5 |
|---|---|---|
| Expectativa de rendimiento | **1** | Considero que la aplicación móvil de alarma comunitaria es útil para reportar incidencias de seguridad en el barrio. |
| Expectativa de rendimiento | **2** | Considero que usar la aplicación permite informar situaciones de riesgo de manera más rápida. |

| | | |
|---|---|---|
| Expectativa de rendimiento | **3** | Considero que la aplicación mejora la comunicación entre los vecinos ante una emergencia. |
| Expectativa de rendimiento | **4** | Considero que el botón de alarma comunitaria ayuda a alertar oportunamente a los habitantes del barrio. |
| Expectativa de rendimiento | **5** | Considero que la aplicación puede contribuir a mejorar la organización comunitaria frente a incidentes de seguridad. |
| Expectativa de esfuerzo | **6** | Usar la aplicación móvil me resulta fácil. |
| Expectativa de esfuerzo | **7** | Aprender a utilizar la aplicación móvil es sencillo para mí. |
| Expectativa de esfuerzo | **8** | La interacción con la aplicación es clara y comprensible. |
| Expectativa de esfuerzo | **9** | Considero que puedo registrar un reporte de incidencia sin dificultad. |
| Expectativa de esfuerzo | **10** | Considero que activar el botón de alarma comunitaria es un proceso fácil de realizar. |
| Influencia social | **11** | Considero que los vecinos del barrio apoyarían el uso de la aplicación móvil. |
| Influencia social | **12** | Considero que las personas importantes para mí dentro del barrio pensarían que debería utilizar la aplicación. |
| Influencia social | **13** | Considero que el apoyo de los dirigentes o responsables del barrio motivaría el uso de la aplicación. |
| Influencia social | **14** | Considero que la comunidad aceptaría el uso de la aplicación como apoyo a la seguridad barrial. |

| | | |
|---|---|---|
| Condiciones facilitadoras | **15** | Cuento con un teléfono móvil adecuado para utilizar la aplicación. |
| Condiciones facilitadoras | **16** | Cuento con conocimientos básicos para utilizar la aplicación móvil. |
| Condiciones facilitadoras | **17** | Considero que podría recibir ayuda si tengo dificultades para utilizar la aplicación. |
| Condiciones facilitadoras | **18** | Considero que la aplicación puede ser utilizada con los recursos tecnológicos disponibles en el barrio. |
| Intención de uso | **19** | Tengo intención de utilizar la aplicación móvil si se presenta una situación de inseguridad en el barrio. |
| Intención de uso | **20** | Utilizaría la aplicación móvil para reportar incidencias de seguridad. |
| Intención de uso | **21** | Utilizaría el botón de alarma comunitaria en caso de una emergencia real. |
| Intención de uso | **22** | Recomendaría el uso de la aplicación móvil a otros vecinos del barrio. |

La caracterización de los participantes incluyó también preguntas generales sobre edad, género, frecuencia de uso de aplicaciones móviles y experiencia previa con aplicaciones de reporte de emergencias o incidencias.

### 3.3.3 Escala de valoración del instrumento

Para la medición de cada ítem fue de 5 puntos en escala de Likert, en la cual los participantes seleccionaron el nivel de acuerdo con cada afirmación. La escala aplicada fue:

***Tabla 4*** *Escala de valoración Likert*

| Valor | Descripción |
|---|---|
| 1 | Totalmente en desacuerdo |
| 2 | En desacuerdo |
| 3 | Ni de acuerdo ni en desacuerdo |
| 4 | De acuerdo |
| 5 | Totalmente de acuerdo |

Para la interpretación de los resultados se consideró el promedio obtenido por cada dimensión. Si el usurario marca las respuestas con valores muy cercanos a 5 quiere decir que la app móvil tiene una percepción favorable, sin embargo, las respuestas más cercanas a 1 indica que la percepción no es buena en los usuarios y por último si el usuario marca el valor de 3 representa un valor neutral.

***Tabla 5*** *Rango de interpretación de resultados*

| Rango promedio | Interpretación |
|---|---|
| 1,00 - 1,80 | Muy baja aceptación |
| 1,81 - 2,60 | Baja aceptación |
| 2,61 - 3,40 | Aceptación media o neutral |
| 3,41 - 4,20 | Alta aceptación |
| 4,21 - 5,00 | Muy alta aceptación |

### 3.3.4 Población y muestra

Por representar a los usuarios finales de la aplicación móvil de alarma comunitaria, los habitantes del barrio piloto de la ciudad de Ibarra conformaron la población considerada para la validación. Ellos son quienes utilizarían directamente la aplicación para reportar incidencias, recibir alertas, comunicarse con sus vecinos y activar el botón de alarma en situaciones de emergencia, razón por la que fueron seleccionados.

Se trabajó con una muestra de 31 personas del barrio piloto, seleccionadas mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia según su disponibilidad para participar en la demostración del sistema y responder el cuestionario de validación. Dado el carácter piloto de la validación y el tipo de muestreo empleado, los resultados describen la percepción de los participantes y no deben generalizarse estadísticamente a todos los habitantes de la ciudad de Ibarra.

***Tabla 6*** *Información general de la muestra*

| **Característica** | **Descripción** |
|---|---|
| Población | Habitantes del barrio piloto |
| Muestra | 31 usuarios |
| Tipo de muestreo | No probabilístico por conveniencia |
| Instrumento aplicado | Cuestionario basado en UTAUT |
| Escala de medición | Likert de 5 puntos |
| Medio de aplicación | Microsoft Forms |

La edad de los participantes estuvo comprendida entre 19 y 68 años, con una media de 34,65 años y una mediana de 29 años. La muestra estuvo integrada por 16 hombres (51,61 %), 14 mujeres (45,16 %) y una persona que seleccionó otra identidad de género (3,23 %). Respecto al uso de aplicaciones móviles, 15 participantes (48,39 %) indicaron utilizarlas siempre, 13 (41,94 %) frecuentemente y 3 (9,68 %) rara vez. Además, 21 participantes (67,74 %) no habían utilizado previamente una aplicación para reportar emergencias o incidencias, mientras que 10 (32,26 %) sí contaban con esa experiencia.

Con la metodología y las herramientas tecnológicas definidas, además del instrumento de validación establecido, el Capítulo IV presentará los resultados del desarrollo iterativo del sistema y el análisis detallado de su aceptación comunitaria.

# CAPÍTULO IV

# RESULTADOS Y ANÁLISIS

## 4.1 Análisis y diseño del sistema web y móvil

Este capítulo presenta los resultados obtenidos durante el desarrollo del sistema de alarma comunitaria, detallando el cumplimiento de los requisitos funcionales, la ejecución de los sprints metodológicos y la validación final de aceptación tecnológica con los usuarios del barrio piloto.

### 4.1.1 Requisitos del sistema

Los requisitos del sistema definen las características funcionales y no funcionales necesarias para garantizar que el sistema de alarma comunitaria cumpla con los objetivos planteados. El levantamiento de información en el sector piloto definió las reglas de negocio del software.

**Requisitos funcionales (RF):** especifican las tareas transaccionales y los servicios que el backend y los clientes procesan. La matriz inferior detalla las capacidades técnicas configuradas en el código fuente:

**Tabla 7** Requisitos funcionales del sistema

| Nº | Requisito funcional | Descripción |
|---|---|---|
| **RF1** | **Autenticación de administradores** | La plataforma web autentica a los gestores globales y a los voceros barriales exigiendo credenciales cifradas, aplicando filtros de autorización estrictos para habilitar las interfaces respectivas de su cargo. |
| **RF2** | **Gestión de barrios y asignación de administradores** | El gestor global matricula los polígonos barriales, guardando los atributos y delegando la tutela a un encargado directo. El panel faculta actualizar y suprimir estas entidades estructuradas rápidamente. |
| **RF3** | **Reporte de incidencias** | Desde la aplicación móvil, los usuarios podrán generar reportes o alertas ante situaciones de emergencia o riesgo en su barrio, los cuales se mostrarán como mensajes dentro del chat comunitario y notificaciones instantáneas para los demás miembros. |

| | | |
|---|---|---|
| **RF4** | **Chat barrial en tiempo real** | El aplicativo móvil integra una sala de mensajería instantánea que enlaza directamente a los teléfonos de una zona vecinal. Este canal cerrado transporta los partes de auxilio y las circulares del delegado barrial sin cruzar los datos hacia foráneos. |
| **RF5** | **Adjuntar evidencia en los reportes** | El cliente móvil procesa la subida de archivos binarios durante la denuncia, incrustando la captura fotográfica para validar visualmente la emergencia barrial. |
| **RF6** | **Notificaciones automáticas** | Al recibir una detonación de pánico, el backend despacha cargas útiles mediante eventos push hacia los dispositivos matriculados en el cuadrante, forzando un aviso asincrónico directo en la pantalla. |
| **RF7** | **Visualización de reportes en mapa por barrio** | La interfaz espacial ubica la coordenada de los siniestros sobre los vectores barriales. El administrador total examina la urbe, mientras la consulta del delegado se bloquea perimetralmente dentro de los límites exactos de su jurisdicción. |
| **RF8** | **Gestión de usuarios por barrio** | El encargado vecinal ejecuta el CRUD completo sobre la tabla de moradores vinculada a su llave foránea. La inscripción de la cuenta requiere capturar el domicilio exacto del residente, anclando físicamente el registro al área de cobertura del aplicativo. |
| **RF9** | **Delimitación de barrios** | El backend consolida una tabla espacial con los vértices de cada geocerca comunitaria; esta segmentación particiona el tráfico de mensajes en salas de socket cerradas, asegurando la consistencia del despliegue. |
| **RF10** | **Control de accesos y roles diferenciados** | La API filtra el tráfico en tres niveles de permisos: el gestor maestro domina la base relacional íntegra; el delegado local administra solo su jurisdicción; y los usuarios móviles interactúan y disparan alertas confinados de forma ineludible a la frontera de su propio sector. |

| | | |
|---|---|---|
| **RF11** | **Gestión de UPCs** | El módulo de infraestructura retiene el alta, baja y modificación de las estaciones policiales, persistiendo su nomenclatura comercial, el contacto telefónico y el radio vectorial de patrullaje para el cruce de tablas espaciales. |
| **RF12** | **Asociación de UPC y número de alarma por barrio** | El sistema permitirá asociar cada barrio con una UPC y un número de alarma, con el fin de identificar el contacto correspondiente cuando se active una emergencia comunitaria. |
| **RF13** | **Autenticación de usuarios móviles** | La aplicación móvil permitirá el inicio de sesión de los usuarios finales mediante credenciales registradas, validando su rol y barrio asignado para restringir el acceso únicamente a las funcionalidades correspondientes. |
| **RF14** | **Registro de dispositivo para notificaciones push** | El código cliente captura la credencial FCM nativa del equipo telefónico y la inyecta a la base de datos, facultando a la API central para detonar envíos push asincrónicos frente a un siniestro. |
| **RF15** | **Consulta de reportes del barrio** | El cliente recupera la lista histórica de anomalías vecinales. Cada tarjeta expone gráficamente el encabezado, texto explicativo, marca de tiempo, identidad del emisor y la captura fotográfica del hecho. |
| **RF16** | **Envío de imágenes en el chat barrial** | La sala de chat procesa cargas fotográficas en vivo, persistiendo la captura binaria en el bucket de nube para dibujarla exclusivamente en las pantallas del vecindario. |
| **RF17** | **Botón de alarma comunitaria** | La vista principal aloja un pulsador crítico para disparar avisos de peligro inminente. El formulario exige tipificar el evento adosando material visual complementario. |
| **RF18** | **Envío de ubicación en emergencia** | La red adjunta automáticamente las coordenadas domiciliarias vinculadas a la cuenta del emisor, marcando el epicentro exacto del auxilio para la reacción vecinal. |

| | | |
|---|---|---|
| **RF19** | **Llamada automática al número de alarma** | Al recibir un disparo de pánico, la API ejecuta una solicitud telefónica hacia la tarjeta GSM de la bocina barrial, sumando este efecto físico al tráfico de mensajería distribuido en red. |
| **RF20** | **Control de activaciones repetidas** | El algoritmo impone un intervalo de enfriamiento sobre la cuenta que detona la sirena, bloqueando peticiones de auxilio duplicadas para descartar presiones de botón fortuitas. |

**Requisitos No Funcionales:** Estos mandatos estipulan los vectores de integridad, las tasas de concurrencia y la tolerancia a fallos del hardware, blindando una operación ininterrumpida sin caídas.

***Tabla 8*** *Requisitos no funcionales del sistema*

| **Nº** | **Requisito no funcional** | **Descripción** |
|---|---|---|
| **RNF1** | **Usabilidad** | La capa de presentación del software adopta patrones de navegación minimalistas para sortear la brecha digital de los residentes. La pantalla rinde pulsadores volumétricos, símbolos unívocos y textos sintéticos para evitar confusiones de usabilidad. |
| **RNF2** | **Disponibilidad** | La arquitectura garantiza un tiempo de actividad operativo continuo superior al 95 %, soportando la recepción ininterrumpida de tráfico asincrónico por asaltos ejecutados fuera del ciclo diurno. |
| **RNF3** | **Rendimiento y tiempo de respuesta** | El ruteo de transacciones vitales, sobre todo las tramas de pánico y textos de sala, obliga al backend a devolver la confirmación en un máximo de tres segundos de latencia de extremo a extremo. |
| **RNF4** | **Seguridad de la información** | La base ofusca permanentemente las credenciales maestras y ubicaciones residenciales. El tránsito de esta telemetría discurre encapsulado por conductos HTTPS para neutralizar interceptaciones web. |

| | | |
|---|---|---|
| **RNF5** | **Escalabilidad** | El ecosistema de software soporta el empadronamiento masivo de cuadrantes inéditos y avalanchas de inscripciones vecinales sin penalizar la carga del procesador, asumiendo la migración orgánica a la totalidad de Ibarra. |
| **RNF6** | **Compatibilidad multiplataforma** | El cliente nativo se ensambla para los terminales del entorno Android, y la consola de gestión se procesa vía web soportando estándares HTML5. |
| **RNF7** | **Mantenibilidad del sistema** | El repositorio central detalla los comentarios de las funciones backend y las migraciones de tabla, otorgando independencia para aplicar parches de mantenimiento en caliente sin mermas. |
| **RNF8** | **Interoperabilidad** | La lógica de negocio consumirá recursos en la nube consumiendo la API de Firebase y el visor de Leaflet, verificando el flujo de los microservicios. |
| **RNF9** | **Portabilidad** | El diseño del clúster desvincula la persistencia SQL del código interpretado, facilitando transferencias masivas a instancias virtuales distintas sin atarse a las restricciones de un hosting fijo. |
| **RNF10** | **Accesibilidad y diseño inclusivo** | Las paletas cromáticas priorizan contrastes altos sobre fondos neutros y tipografías san-serif. Esta rigurosidad gráfica evita barreras visuales y ayuda a los usuarios con presbicia moderada a leer el registro fácilmente. |

### 4.1.2 Historias de Usuario del Sistema

Para traducir los requisitos funcionales (definidos en la sección 3.1.1) en unidades de trabajo que puedan ser gestionadas por la metodología SCRUM, se define el Product Backlog. Este backlog se compone de Historias de Usuario (HU), las cuales describen una funcionalidad específica desde la perspectiva del usuario final, indicando su rol, la necesidad que tiene y el beneficio que espera obtener. A continuación, se presenta el Product Backlog priorizado que guía el desarrollo del sistema:

***Tabla 9*** *H.U.01 Autenticación de administradores*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-01 | **Usuario:** Administrador general |
| **Nombre Historia:** Autenticación de administradores | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 30 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como administrador general, quiero poder iniciar sesión con mis credenciales para acceder de manera segura al panel de control del sistema, de forma que solo el personal autorizado pueda gestionar la información. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• El sistema permite el inicio de sesión con usuario y contraseña válidos.<br>• Acceso diferenciado entre administrador general y administradores de barrio.<br>• Mensaje de error cuando las credenciales sean incorrectas. | |

***Tabla 10*** *H.U.02 Control de accesos y roles diferenciados*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-02 | **Usuario:** Administrador general |
| **Nombre Historia:** Control de accesos y roles diferenciados | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 35 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como administrador general, quiero que el sistema establezca diferentes roles de usuario (administrador general, administrador de barrio y usuario final), para garantizar el control y la seguridad en el manejo de la información. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• Definición de roles y permisos diferenciados en la base de datos.<br>• Restricciones aplicadas correctamente en cada módulo del sistema.<br>• Validación del rol al momento de iniciar sesión. | |

***Tabla 11*** *H.U.03 Gestión de barrios y asignación de administradores*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-03 | **Usuario:** Administrador general |
| **Nombre Historia:** Gestión de barrios y asignación de administradores | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 36 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como administrador general, quiero poder crear, editar o eliminar barrios y asignar un | |

| |
|---|
| administrador responsable a cada uno, para organizar el sistema de manera estructurada por sectores. |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• Creación, edición y eliminación de barrios registrada correctamente.<br>• Asignación de un administrador único por barrio.<br>• Restricción para evitar duplicidad de barrios o administradores. |

***Tabla 12*** *H.U.04 Gestión de usuarios por barrio*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-04 | **Usuario:** Administrador de barrio |
| **Nombre Historia:** Gestión de usuarios por barrio | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 45 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como administrador de barrio, quiero poder agregar, editar, eliminar y consultar los usuarios pertenecientes a mi sector, incluyendo su dirección domiciliaria, para mantener actualizada la base de datos de mi comunidad. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• El formulario permite registrar la información completa del usuario.<br>• El administrador solo puede gestionar usuarios de su barrio.<br>• Los cambios se reflejan inmediatamente en la base de datos. | |

***Tabla 13*** *H.U.05 Delimitación de barrios*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-05 | **Usuario:** Administrador general |
| **Nombre Historia:** Delimitación de barrios | |
| **Prioridad:** Media | **Estimación (horas):** 28 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como administrador general, quiero poder delimitar los barrios de la ciudad dentro del sistema, para estructurar la información de usuarios y reportes en zonas geográficas independientes. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• El módulo registra el polígono geográfico trazado por el usuario.<br>• La base de datos valida la pertenencia territorial de cada reporte.<br>• El backend rechaza la intersección entre sectores contiguos. | |

***Tabla 14*** *H.U.06 Reporte de incidencias*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-06 | **Usuario:** Usuario final |
| **Nombre Historia:** Reporte de incidencias | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 48 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como usuario, quiero poder enviar reportes o alertas desde la aplicación móvil para informar a los demás miembros del barrio sobre situaciones de riesgo o emergencia. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• El usuario puede generar un reporte mediante un formulario simple.<br>• El mensaje de alerta se muestra automáticamente en el chat del barrio.<br>• Se notifica al resto de los usuarios del mismo barrio en tiempo real. | |

***Tabla 15*** *H.U. 07 Chat barrial en tiempo real*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-07 | **Usuario:** Usuario final |
| **Nombre Historia:** Chat barrial en tiempo real | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 60 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como usuario, quiero contar con un chat barrial en tiempo real para comunicarme con mis vecinos y recibir alertas o mensajes enviados por el administrador de mi sector. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• Los mensajes se visualizan instantáneamente para todos los miembros del barrio.<br>• El chat es exclusivo para los usuarios registrados de ese barrio.<br>• Se identifican los remitentes y la hora de envío de cada mensaje. | |

***Tabla 16*** *H.U.08 Adjuntar evidencia en los reportes*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-08 | **Usuario:** Usuario final |
| **Nombre Historia:** Adjuntar evidencia en los reportes | |
| **Prioridad:** Media | **Estimación (horas):** 24 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como usuario, quiero poder adjuntar una imagen o fotografía al generar un reporte, para que los demás miembros puedan visualizar la evidencia del incidente dentro del chat. | |

| |
|---|
| **Criterios de Aceptación:**<br>• El formulario de reporte permite subir imágenes desde el dispositivo.<br>• La evidencia se asocia correctamente con el mensaje enviado.<br>• Se valida el tamaño y tipo de archivo para evitar errores. |

***Tabla 17*** *H.U.09 Notificaciones automáticas*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-09 | **Usuario:** Usuario final |
| **Nombre Historia:** Notificaciones automáticas | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 30 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como usuario, quiero recibir notificaciones automáticas cuando se publique una alerta o mensaje importante, para mantenerme informado sobre los eventos de seguridad del barrio. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• Se envían notificaciones push al instante tras cada reporte o alerta.<br>• El mensaje incluye texto y remitente.<br>• Las notificaciones son visibles incluso con la aplicación cerrada. | |

***Tabla 18*** *H.U.10 Visualización de reportes en mapa por barrio*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-010 | **Usuario:** Administrador general |
| **Nombre Historia:** Visualización de reportes en mapa por barrio | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 40 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como administrador general, quiero visualizar los reportes de incidencias en un mapa dividido por barrios, para supervisar las alertas de todos los sectores de la ciudad. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• Los reportes se muestran en tiempo real sobre un mapa interactivo.<br>• Los límites de cada barrio están claramente definidos.<br>• Los administradores de barrio solo visualizan su propio sector. | |

***Tabla 19*** *H.U.11 Gestión de UPCs*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-011 | **Usuario:** Administrador general |
| **Nombre Historia:** Gestión de UPCs | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 40 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como administrador general, quiero registrar, editar, consultar y eliminar Unidades de Policía Comunitaria (UPC), para mantener actualizada la información de apoyo institucional vinculada a los barrios registrados en el sistema. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• El sistema permite registrar una UPC con nombre, descripción, dirección, teléfono y ubicación geográfica.<br>• El administrador general puede editar y eliminar una UPC cuando sea necesario. El sistema impide eliminar una UPC si se encuentra vinculada a un barrio.<br>• La información registrada se almacena correctamente en la base de datos y se visualiza en la plataforma web. | |

***Tabla 20*** *H.U.12 Delimitación de cobertura de UPCs*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-012 | **Usuario:** Administrador general |
| **Nombre Historia:** Delimitación de cobertura de UPCs | |
| **Prioridad:** Media | **Estimación (horas):** 32 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como administrador general, quiero definir la ubicación exacta y el área de cobertura de cada UPC mediante un mapa interactivo, para representar geográficamente el sector de atención de cada unidad dentro del sistema. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• El sistema permite seleccionar la ubicación exacta de una UPC en el mapa.<br>• El sistema permite dibujar un polígono de cobertura con mínimo tres puntos.<br>• El área de cobertura se guarda correctamente en la base de datos.<br>• Al editar una UPC, el sistema recupera y muestra la ubicación y cobertura previamente registradas. | |

***Tabla 21*** *H.U.13 Asociación de UPC y número de alarma al barrio*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-013 | **Usuario:** Administrador general |
| **Nombre Historia:** Asociación de UPC y número de alarma al barrio | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 28 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como administrador general, quiero asociar cada barrio con una UPC y un número de alarma, para que el sistema pueda identificar el contacto correspondiente cuando se active una emergencia comunitaria. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• El formulario de barrio permite seleccionar una UPC registrada.<br>• El sistema permite registrar el número de alarma asociado al barrio.<br>• La información de UPC y número de alarma queda vinculada correctamente al barrio.<br>• La aplicación utiliza esta información cuando se activa una emergencia. | |

***Tabla 22*** *H.U.14 Autenticación de usuarios móviles*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-014 | **Usuario:** Usuario final |
| **Nombre Historia:** Autenticación de usuarios móviles | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 30 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como usuario final, quiero iniciar sesión desde la aplicación móvil con mis credenciales, para acceder únicamente a las funciones correspondientes a mi barrio. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• La aplicación móvil permite iniciar sesión con credenciales válidas.<br>• El token de autenticación se almacena de forma local en el dispositivo.<br>• El sistema valida que el usuario móvil tenga el rol correspondiente.<br>• Si el token expira o no es válido, la aplicación redirige al inicio de sesión. | |

***Tabla 23*** *H.U.15 Registro de token para notificaciones push*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-015 | **Usuario:** Usuario final |
| **Nombre Historia:** Registro de token para notificaciones push | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 24 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como usuario final, quiero que la aplicación móvil registre automáticamente el token de mi dispositivo, para recibir notificaciones push cuando se generen reportes o emergencias en mi barrio. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• La aplicación solicita permisos de notificación al usuario.<br>• El token FCM del dispositivo se obtiene correctamente.<br>• El token se envía y guarda en la API asociado al usuario autenticado.<br>• Si Firebase renueva el token, este se actualiza automáticamente en el servidor. | |

***Tabla 24*** *H.U.16 Consulta de reportes del barrio*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-016 | **Usuario:** Usuario final |
| **Nombre Historia:** Consulta de reportes del barrio | |
| **Prioridad:** Media | **Estimación (horas):** 28 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como usuario final, quiero consultar los reportes generados por los vecinos de mi barrio, para conocer los incidentes registrados y mantenerme informado sobre la seguridad del sector. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• El aplicativo del celular rinde un log fotográfico del siniestro vecinal.<br>• Toda alerta expone la rúbrica, texto central, hora, emisor verificado y el anexo visual.<br>• El algoritmo filtra la base y deniega eventos foráneos al cuadrante del residente.<br>• Las transferencias del endpoint aplican túneles ofuscados por firma JWT. | |

***Tabla 25*** *H.U.17 Envío de imágenes en el chat barrial*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-017 | **Usuario:** Usuario final |
| **Nombre Historia:** Envío de imágenes en el chat barrial | |
| **Prioridad:** Media | **Estimación (horas):** 30 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |

| |
|---|
| **Descripción:**<br>Como usuario final, quiero enviar imágenes dentro del chat barrial, para complementar la comunicación con evidencia visual cuando ocurra una situación relevante en el sector. |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• El usuario puede seleccionar una imagen desde la cámara o galería del dispositivo.<br>• La imagen se sube al almacenamiento configurado por el sistema.<br>• El mensaje del chat muestra la imagen enviada.<br>• La imagen queda asociada al mensaje y al barrio correspondiente. |

***Tabla 26*** *H.U.18 Botón de alarma comunitaria*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-018 | **Usuario:** Usuario final |
| **Nombre Historia:** Botón de alarma comunitaria | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 50 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como usuario final, quiero activar un botón de alarma desde la aplicación móvil, para alertar inmediatamente a los vecinos de mi barrio ante una emergencia real. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• La aplicación móvil muestra un botón de emergencia visible y de fácil acceso.<br>• El usuario debe ingresar una justificación antes de activar la emergencia.<br>• El sistema permite adjuntar una imagen como evidencia opcional.<br>• La emergencia se registra en el chat barrial como mensaje prioritario.<br>• El servicio despacha la notificación push a los terminales empadronados. | |

***Tabla 27*** *H.U.19 Envío de ubicación en emergencia*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-019 | **Usuario:** Usuario final |
| **Nombre Historia:** Envío de ubicación en emergencia | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 32 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como usuario final, quiero que la emergencia incluya mi dirección o ubicación registrada, para que los vecinos y responsables del barrio puedan identificar el lugar desde donde se generó la alerta. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• El sistema obtiene la dirección y coordenadas registradas del usuario.<br>• La alerta de emergencia incluye información de ubicación del usuario.<br>• El chat permite identificar el lugar asociado a la emergencia. | |

| |
|---|
| • La ubicación se presenta en un formato comprensible para los usuarios del barrio. |

***Tabla 28*** *H.U.20 Llamada automática al número de alarma*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-020 | **Usuario:** Sistema |
| **Nombre Historia:** Llamada automática al número de alarma | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 45 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como sistema, quiero realizar una llamada automática al número de alarma configurado para el barrio, para complementar la alerta digital con la activación del mecanismo de alarma comunitaria. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• El sistema identifica el número de alarma asociado al barrio del usuario.<br>• El número se valida antes de intentar realizar la llamada.<br>• La llamada se ejecuta mediante el servicio configurado para comunicación telefónica.<br>• El sistema informa si la llamada fue creada, falló o no pudo realizarse por falta de configuración.<br>• La activación de emergencia no se bloquea, aunque falle el servicio de llamada. | |

***Tabla 29*** *H.U.21 Control de activaciones repetidas de emergencia*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-021 | **Usuario:** Sistema |
| **Nombre Historia:** Control de activaciones repetidas de emergencia | |
| **Prioridad:** Media | **Estimación (horas):** 24 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como sistema, quiero controlar el tiempo entre activaciones de emergencia de un mismo usuario, para evitar alertas repetidas o accidentales dentro del barrio. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• El sistema bloquea temporalmente activaciones consecutivas de emergencia.<br>• El usuario recibe un mensaje indicando el tiempo restante para volver a activar la alarma.<br>• Si la emergencia no se registra correctamente, el sistema libera el bloqueo.<br>• La regla de control se aplica por usuario y barrio. | |

***Tabla 30*** *H.U.22 Visualización integral de mapa*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-022 | **Usuario:** Administrador general / Administrador de barrio |
| **Nombre Historia:** Visualización integral de mapa | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 45 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como administrador, quiero visualizar en un mapa la información de barrios, usuarios, reportes y cobertura territorial, para analizar geográficamente los eventos de seguridad registrados en el sistema. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• El mapa muestra los barrios delimitados geográficamente.<br>• El administrador general puede visualizar todos los barrios registrados.<br>• El administrador de barrio visualiza únicamente la información correspondiente a su sector.<br>• El sistema permite identificar usuarios, reportes y datos relevantes del barrio seleccionado.<br>• La información presentada en el mapa corresponde a los datos registrados en la base de datos. | |

***Tabla 31*** *H.U.23 Validación funcional del sistema*

| **HISTORIA DE USUARIO** | |
|---|---|
| **Número:** HU-023 | **Usuario:** Administrador general / Usuario final |
| **Nombre Historia:** Validación funcional del sistema | |
| **Prioridad:** Alta | **Estimación (horas):** 40 |
| **Programador responsable:** Johanna Puerchambud | |
| **Descripción:**<br>Como responsable del proyecto, quiero validar el funcionamiento de los módulos web, móvil y backend, para comprobar que el sistema cumple con los requisitos definidos y puede ser evaluado por los usuarios del barrio piloto. | |
| **Criterios de Aceptación:**<br>• Se verifica el inicio de sesión en web y móvil.<br>• Se comprueba la gestión de barrios, usuarios y UPCs.<br>• Se valida el envío de reportes, chat, evidencias y notificaciones.<br>• Se prueba la activación del botón de alarma comunitaria.<br>• Se comprueba la visualización de información en mapas.<br>• El sistema queda listo para la aplicación del instrumento UTAUT. | |

### 4.1.3 Plan general de desarrollo (SCRUM)

Una vez definido el Product Backlog mediante las historias de usuario, se organizó el desarrollo del sistema en iteraciones temporales bajo el marco de trabajo SCRUM. En cada Sprint se agrupan funcionalidades relacionadas y se entrega un incremento funcional del sistema de alarma comunitaria. La incorporación durante el desarrollo de módulos como la gestión de UPCs, el botón de alarma comunitaria, el envío de notificaciones, la llamada automática y la integración geográfica llevó a estructurar el plan general en siete Sprints. A continuación, se detalla el plan de 7 Sprints diseñado para la construcción del sistema:

***Tabla 32*** *Plan de Sprints para el desarrollo del sistema*

| Sprint | Objetivo principal | Product backlog | Historias de usuario |
|---|---|---|---|
| **Sprint 1: Planificación, entorno y seguridad base** | Configurar los entornos de desarrollo, definir la arquitectura inicial del sistema y establecer los mecanismos de autenticación y roles. | API base configurada, conexión a base de datos, autenticación JWT, control de accesos y roles diferenciados. | HU-001 Autenticación de administradores.<br>HU-002 Control de accesos y roles diferenciados. |
| **Sprint 2: Administración territorial y usuarios** | Construir los módulos administrativos para organizar la información comunitaria por barrios y usuarios. | Panel web con gestión de barrios, usuarios por barrio, delimitación geográfica y asociación territorial de la información. | HU-003 Gestión de barrios y asignación de administradores.<br>HU-004 Gestión de usuarios por barrio.<br>HU-005 Delimitación de barrios. |
| **Sprint 3: Gestión de UPCs y configuración de alarma** | Incorporar la administración de Unidades de Policía Comunitaria y la configuración del número de alarma asociado a cada barrio. | Módulo web de UPCs con creación, edición, eliminación, ubicación exacta, polígono de cobertura y asociación con barrios. | HU-011 Gestión de UPCs.<br>HU-012 Delimitación de cobertura de UPCs.<br>HU-013 Asociación de UPC y número de alarma al barrio. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Sprint 4: Aplicación móvil y comunicación barrial** | Desarrollar el núcleo de la aplicación móvil para usuarios finales, incluyendo inicio de sesión, chat en tiempo real y registro del dispositivo para notificaciones. | Aplicación móvil funcional con autenticación de usuario, almacenamiento de sesión, conexión por Socket.IO, chat barrial y registro de token FCM. | HU-014 Autenticación de usuarios móviles.<br>HU-007 Chat barrial en tiempo real.<br>HU-015 Registro de token para notificaciones push. |
| **Sprint 5: Reportes ciudadanos y evidencia** | Implementar el registro y consulta de reportes ciudadanos, permitiendo adjuntar evidencia y notificar a los vecinos del barrio. | Módulo móvil de reportes, listado de reportes del barrio, carga de imágenes, almacenamiento de evidencia, generación automática de mensaje en chat y notificaciones push. | HU-006 Reporte de incidencias.<br>HU-008 Adjuntar evidencia en los reportes.<br>HU-009 Notificaciones automáticas.<br>HU-016 Consulta de reportes del barrio.<br>HU-017 Envío de imágenes en el chat barrial. |
| **Sprint 6: Botón de alarma comunitaria** | Implementar la funcionalidad crítica de emergencia mediante un botón de alarma en la aplicación móvil. | Botón de alarma con justificación, evidencia opcional, generación de mensaje prioritario en chat, notificaciones push, ubicación registrada del usuario, llamada automática al número de alarma y control de activaciones repetidas. | HU-018 Botón de alarma comunitaria.<br>HU-019 Envío de ubicación en emergencia.<br>HU-020 Llamada automática al número de alarma.<br>HU-021 Control de activaciones repetidas de emergencia. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Sprint 7: Integración, visualización y validación** | Integrar los componentes web, móvil y backend; verificar el funcionamiento general del sistema y preparar la validación con usuarios. | Sistema completo integrado, visor de mapa con barrios, usuarios y reportes, pruebas funcionales, verificación de módulos y preparación para la validación mediante el modelo UTAUT. | HU-010 Visualización de reportes en mapa por barrio.<br>HU-022 Visualización integral en mapa.<br>HU-023 Validación funcional del sistema. |

## 4.2 Diseño general del sistema

El diseño general del sistema de alarma comunitaria se estructuró considerando los requisitos funcionales y no funcionales definidos previamente, así como las historias de usuario organizadas en el Product Backlog. La solución se diseñó bajo una arquitectura cliente-servidor, compuesta por una aplicación web administrativa, una aplicación móvil para los habitantes del barrio, una API REST como intermediaria principal y una base de datos centralizada para la persistencia de la información.

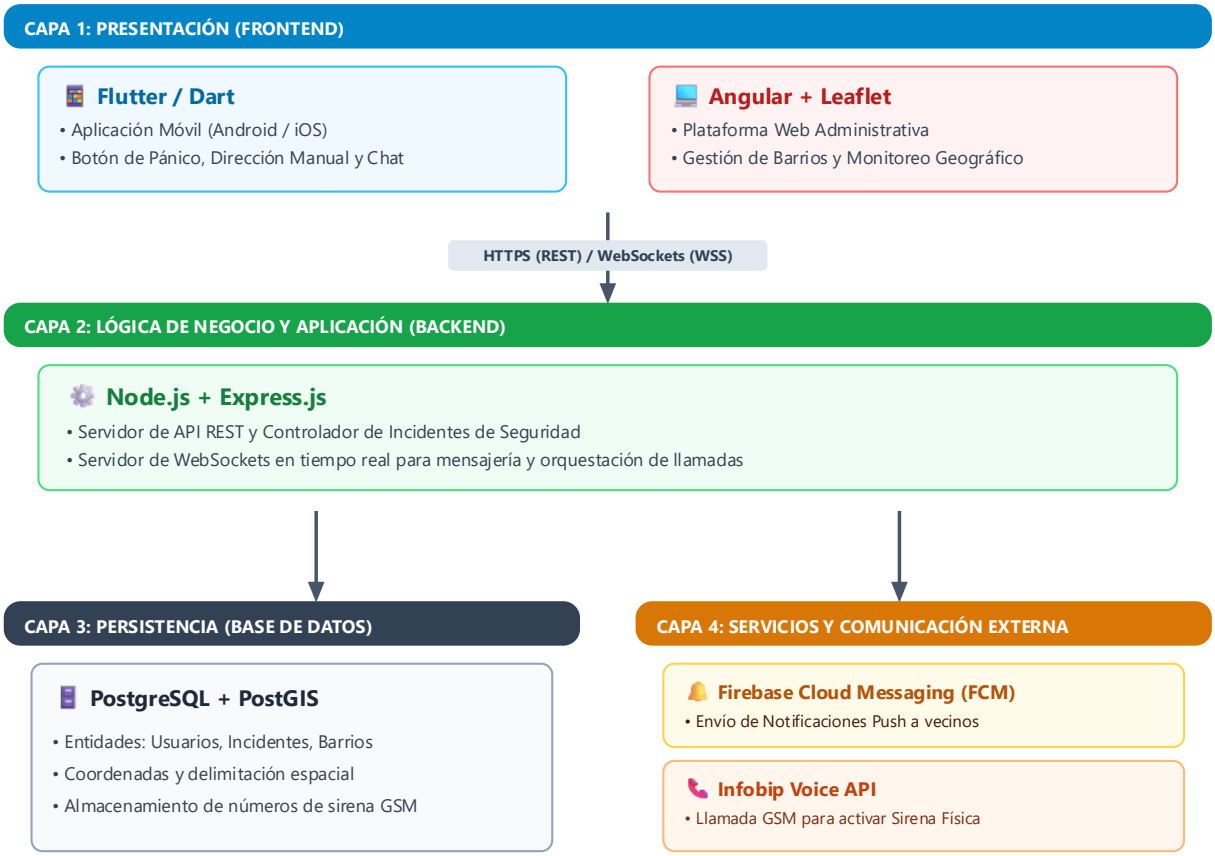
El panel web centraliza las tareas de supervisión territorial, permitiendo registrar cuadrantes barriales, ubicar las unidades policiales y consultar los eventos en el mapa interactivo. Por su parte, la aplicación para teléfonos móviles conecta directamente a los moradores del sector, quienes pueden coordinar acciones en la sala común, documentar hechos sospechosos y activar la sirena de pánico ante un peligro real. La API desarrollada en el backend gestiona las reglas del sistema, procesando el inicio de sesión y organizando el guardado de los datos junto al despacho de alertas externas. Esta distribución modular independiza la interfaz de usuario de las consultas internas, asegurando un funcionamiento estable de cada servicio. En los siguientes apartados se presentan las cuatro capas de la estructura técnica, la secuencia de operación de los módulos y el esquema de tablas implementado.

### 4.2.1 Arquitectura tecnológica del sistema

La arquitectura tecnológica del sistema se organizó en cuatro capas principales: presentación, lógica de negocio, persistencia de datos y servicios externos. La capa de presentación está conformada por la aplicación web desarrollada en Angular y la aplicación móvil desarrollada en Flutter. La capa de lógica de negocio está compuesta por una API REST desarrollada en Node.js con Express, encargada de recibir las solicitudes de los clientes, validar la información, aplicar las reglas del sistema y responder a cada operación. La capa de persistencia está

conformada por PostgreSQL, donde se almacena la información estructurada del sistema. Finalmente, Firebase Cloud Messaging, Firebase Storage, Socket.IO, Infobip y Leaflet forman parte de la capa de servicios externos, la distribución e interacción de estas capas se pueden visualizar en la **Figura 7**.

***Figura** 7 Arquitectura y ecosistema tecnológico del sistema*




**Nota:** distribución de componentes y herramientas en la arquitectura de cuatro capas del sistema.

La aplicación web y la aplicación móvil utilizan la misma API, aunque para operaciones distintas. Desde la aplicación web se administran barrios, usuarios, UPCs y la visualización geográfica; desde la aplicación móvil se autentican usuarios, se registran reportes, se envían evidencias y se activan emergencias. Para el chat barrial, la comunicación en tiempo real se implementó mediante Socket.IO, de modo que los mensajes se distribuyan de forma inmediata a los usuarios pertenecientes al mismo barrio.

Firebase Cloud Messaging se utilizó para el envío de notificaciones push a los dispositivos móviles cuando se genera un reporte o una emergencia. Firebase Storage se empleó para almacenar imágenes asociadas a reportes, mensajes o evidencias. Infobip se integró para realizar la llamada automática al número de alarma configurado en cada barrio. Finalmente,

Leaflet se utilizó en la aplicación web para la visualización de mapas, delimitación de barrios, ubicación de usuarios y definición de áreas de cobertura de las UPCs.

### 4.2.2 Flujo general de funcionamiento

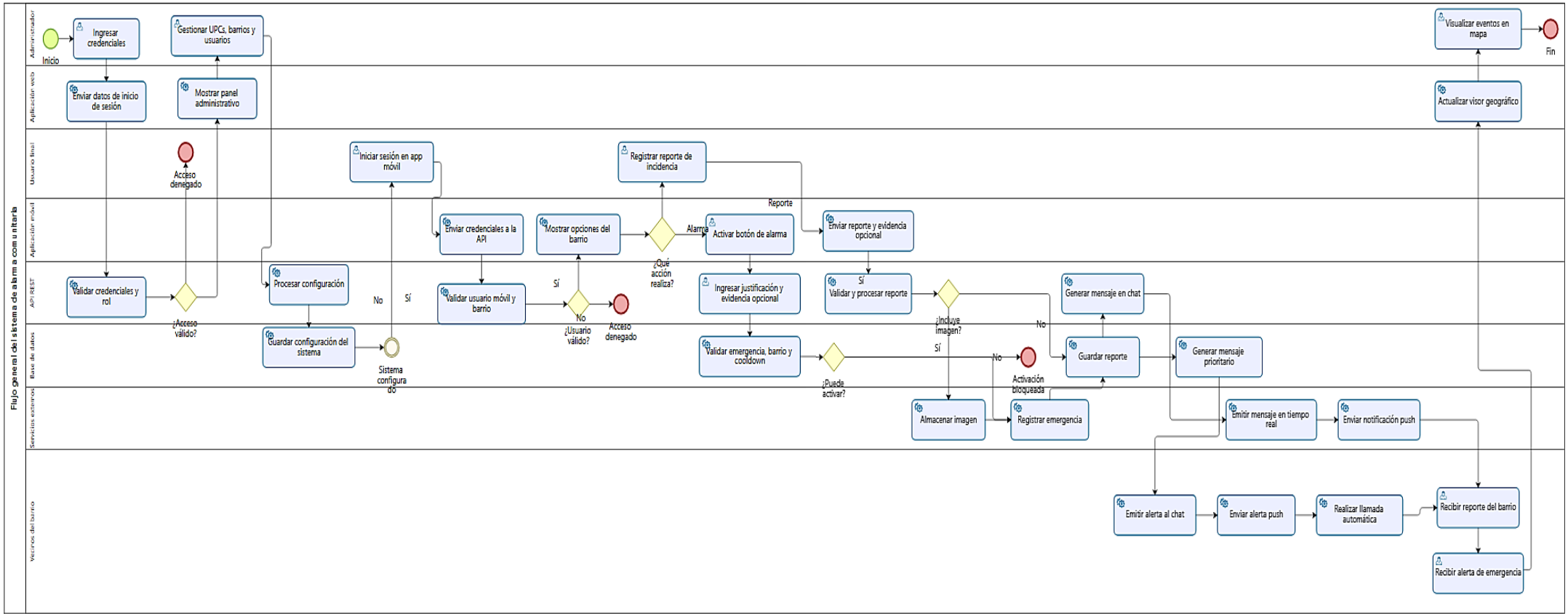
El flujo general del sistema inicia con la gestión administrativa desde la aplicación web. En este entorno, el encargado general da de alta las dependencias policiales, traza los polígonos territoriales de cada barrio y genera las cuentas de los vecinos. Al asignar cada habitante a un sector determinado, el backend segmenta los permisos para evitar accesos cruzados.

Tras recibir sus credenciales, el vecino ingresa a la aplicación móvil validando su cuenta con el servidor. Al confirmar el inicio de sesión, el aplicativo carga únicamente los servicios de su comunidad, permitiendo enviar mensajes al vecindario y revisar los reportes locales. Asimismo, el habitante puede documentar una nueva alerta o disparar el botón de auxilio ante cualquier urgencia real.

El procesamiento de un reporte comienza con el envío de la información a la API REST. Allí se valida al usuario autenticado y se almacena el reporte en la base de datos; cuando existe una imagen, esta se guarda en Firebase Storage. Una vez completado ese proceso, el sistema genera un mensaje para el chat barrial y utiliza Firebase Cloud Messaging para enviar una notificación push a los usuarios del mismo barrio.

La activación de una emergencia desde la aplicación móvil requiere que el usuario presione el botón de alarma, ingrese una justificación y, si lo desea, adjunte una evidencia. La API procesa la solicitud, registra el evento, envía un mensaje prioritario al chat del barrio, notifica a los usuarios del sector e intenta realizar una llamada automática al número de alarma configurado. Este flujo, **Figura 8** permite que la comunidad reciba la alerta de manera inmediata y que el evento quede registrado para su seguimiento.

***Figura 8*** *Flujo general del funcionamiento del sistema*




**Nota:** El diagrama muestra como se conectan todos los módulos del sistema

### 4.2.3 Diseño de la base de datos

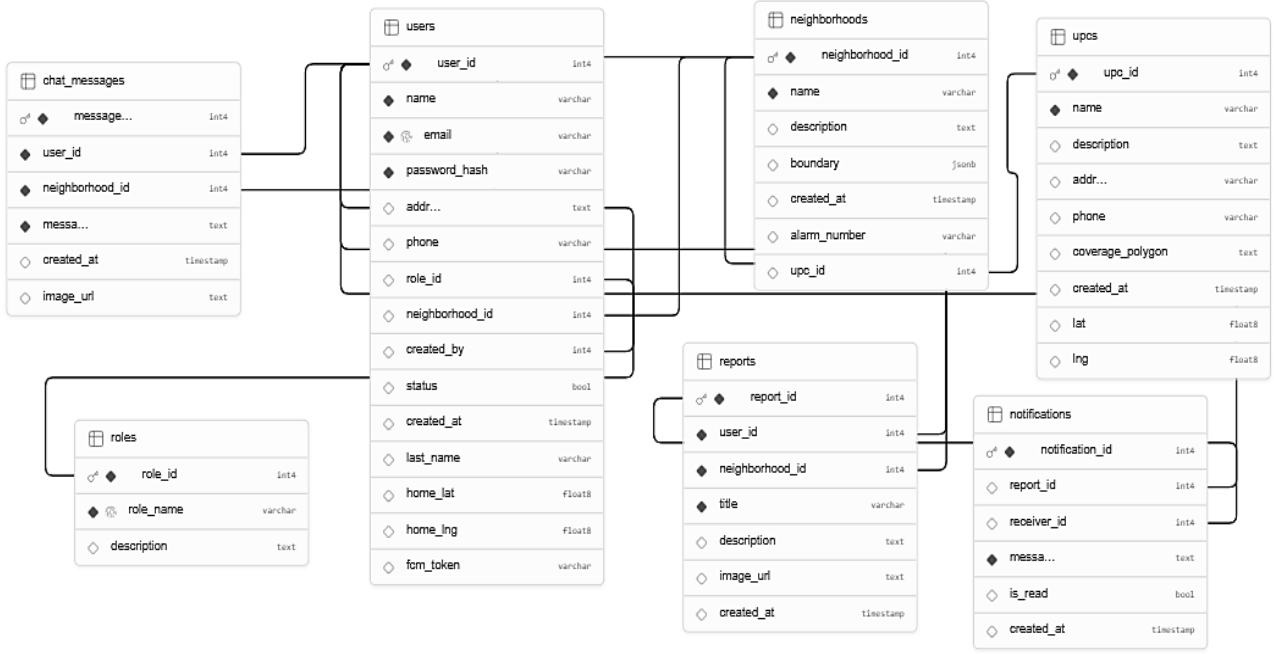
La base de datos del sistema fue diseñada en PostgreSQL con el propósito de almacenar de forma estructurada la información generada por la aplicación web, la aplicación móvil y la API REST. El modelo de datos permite relacionar usuarios, roles, barrios, UPCs, reportes, mensajes de chat y tokens de notificación.

La entidad de usuarios almacena la información de las personas registradas en el sistema, incluyendo sus datos personales, credenciales, dirección, rol y barrio asignado. La diferenciación de permisos entre administrador general, administrador de barrio y usuario final corresponde a la entidad de roles. En la entidad de barrios se guarda la información territorial de cada sector, que incluye nombre, descripción, delimitación geográfica, administrador asignado, UPC relacionada y número de alarma.

La tabla de UPCs guarda la ubicación y el polígono de cobertura de cada unidad policial. Por su parte, la tabla de reportes relaciona las alertas creadas desde el teléfono con el usuario emisor y su sector respectivo. La persistencia del chat barrial conserva tanto la conversación general como los avisos de auxilio en una misma estructura de mensajes; asimismo, los registros de tokens vinculan cada cuenta con su teléfono físico para dirigir las notificaciones push sin enviarlas a otros sectores.

Cada interacción guarda la fecha, la hora, el emisor y el barrio de origen, asegurando el historial completo de cada evento. Este diseño relacional conecta los datos de usuarios con su respectiva UPC, logrando que el servidor filtre y entregue las alertas de emergencia de forma exclusiva dentro del vecindario asignado. Este diseño de base de datos relacional y espacial se esquematiza en la **Figura 9.**

***Figura 9*** *Modelo entidad–relación de base de datos del sistema*



**Nota:** autoría propia

## 4.4 Desarrollo del sistema mediante SCRUM

El desarrollo del sistema se realizó mediante la metodología SCRUM, organizando el trabajo en siete sprints. Cada sprint agrupó historias de usuario relacionadas y permitió construir progresivamente los componentes principales del sistema de alarma comunitaria. Esta organización facilitó el desarrollo incremental de la API REST, la aplicación web administrativa, la aplicación móvil, la gestión geográfica, el chat barrial, los reportes ciudadanos, las notificaciones y el botón de alarma comunitaria.

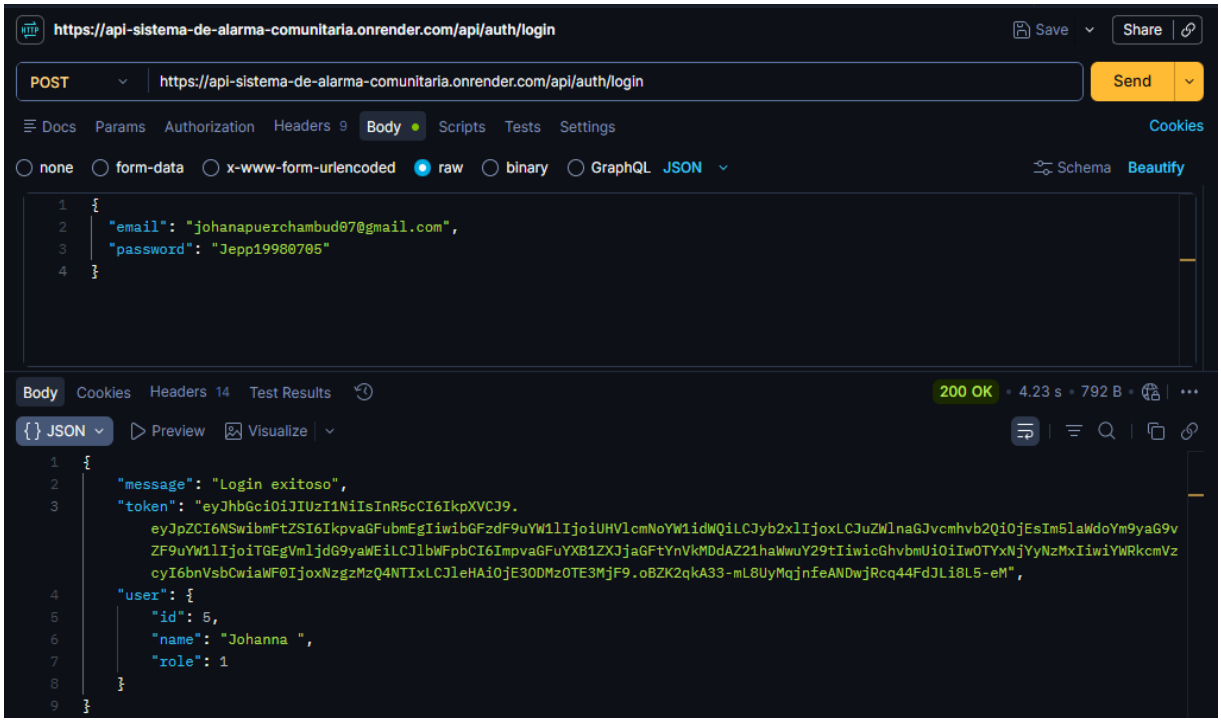
### 4.4.1 Sprint 1: Planificación, entorno y seguridad base

El primer sprint tuvo como objetivo configurar la estructura inicial del sistema y establecer los mecanismos de seguridad base. En esta etapa se trabajaron las historias de usuario:

- HU-001 autenticación de administradores
- HU-002 control de accesos y roles diferenciados

Durante este sprint se configuró el backend con Node.js y Express, se estableció la conexión con la base de datos PostgreSQL y se creó la estructura inicial de rutas, controladores y middlewares. También se implementó el inicio de sesión mediante credenciales, generando un token JWT para mantener la sesión del usuario autenticado, como se ve en la **Figura 10**.

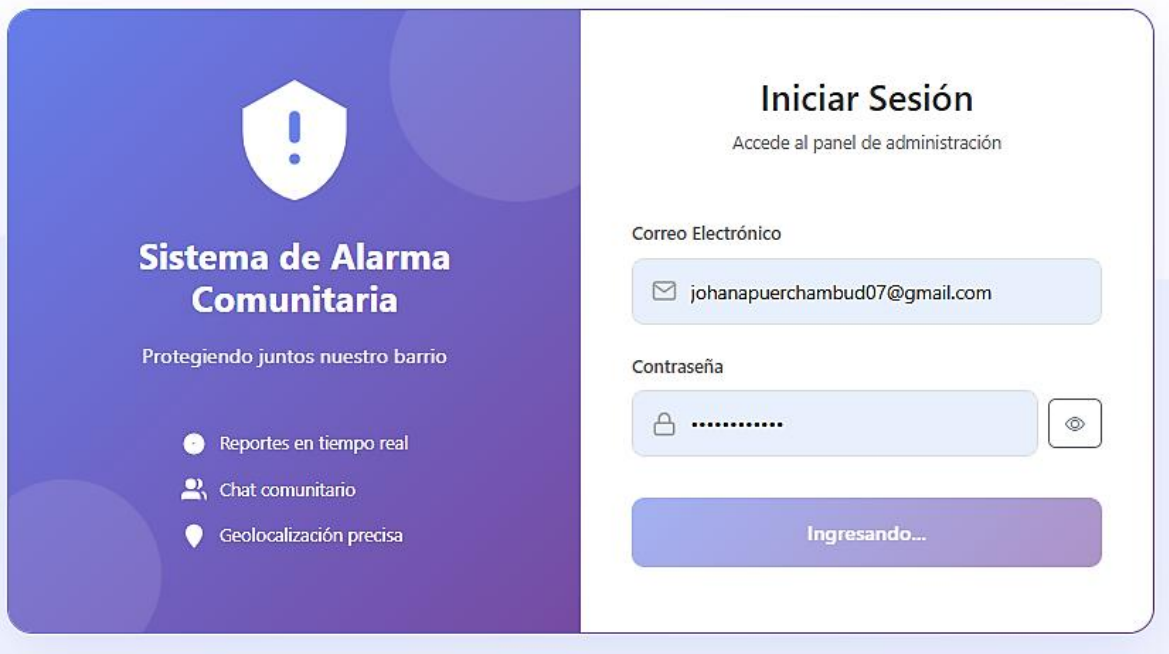
***Figura 10*** *Inicio de sesión mediante credenciales*




**Nota:** Inicio de sesión en la herramienta postman generando JWT, para validar la api-rest.

El control de roles permitió diferenciar el acceso entre administrador general, administrador de barrio y usuario final. Esta funcionalidad fue necesaria para restringir el uso de los módulos según el tipo de usuario. De esta manera, el administrador general puede acceder a la gestión completa del sistema, el administrador de barrio solo a la información de su sector y el usuario final a las funciones de la aplicación móvil.

***Figura 11*** *Login de la aplicación Web*




**Nota:** Inició de sesión para los administradores, tanto para administrador general como para administradores de cada barrio.

Como entregable del sprint se obtuvo una API base funcional, con autenticación, validación de token, control de roles y conexión a la base de datos.

### 4.4.2 Sprint 2: Administración territorial y usuarios

El segundo sprint se enfocó en la construcción de los módulos administrativos relacionados con barrios y usuarios. En esta etapa se desarrollaron las historias de usuario:

- HU-003 gestión de barrios
- HU-004 gestión de usuarios por barrio
- HU-005 delimitación territorial

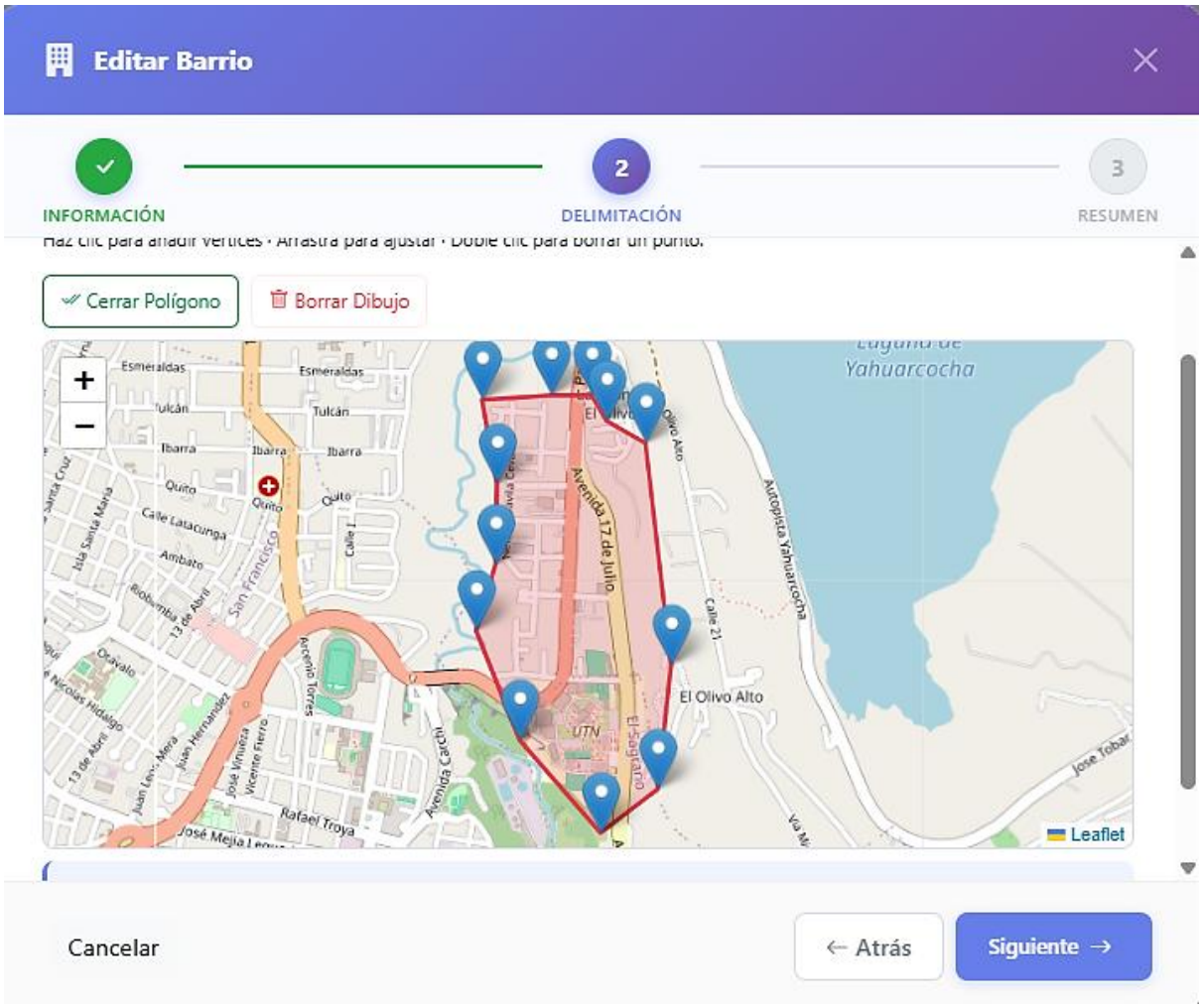
Se implementó el módulo de barrios en la aplicación web, permitiendo registrar, editar, consultar y eliminar barrios. Cada barrio puede contener información descriptiva, administrador asignado, número de alarma y delimitación geográfica. Para la representación territorial se utilizó Leaflet, lo que permitió dibujar polígonos directamente sobre el mapa.

***Figura 12*** *Gestión de barrios en la aplicación Web*




**Nota:** CRUD para la gestión de cada uno de los barrios.

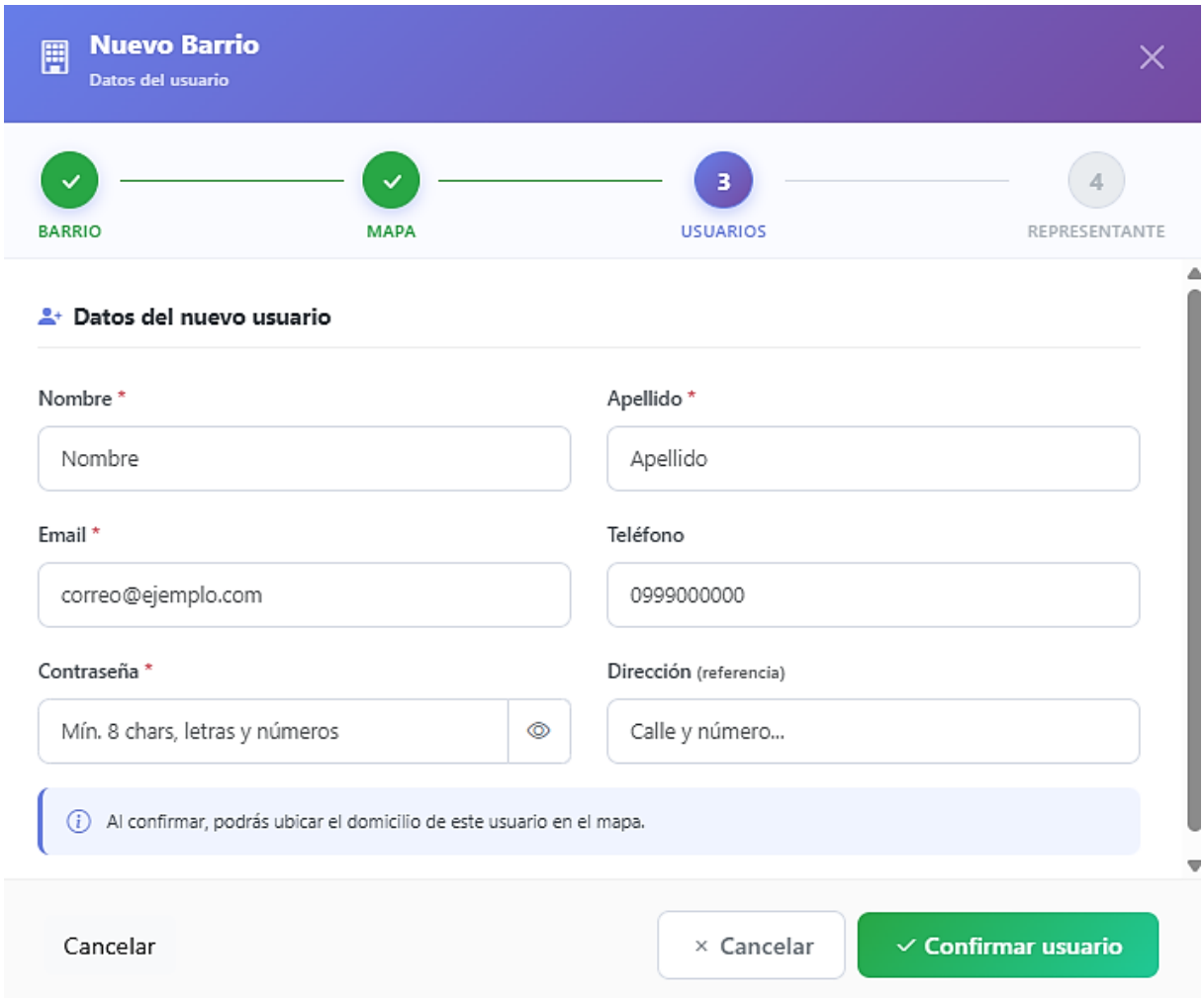
***Figura 13*** *Delimitación geográfica de barrios mediante Leaflet*



**Nota:** La delimitación de los barrios se realizó por medio de polígonos que le guardan en la base de datos a través de la herramienta PostGis y se visualizan en el mapa de Leaaflet.

También se implementó la gestión de usuarios, permitiendo al administrador registrar habitantes y administradores de barrio. Durante el registro de usuarios se almacena información personal, dirección, rol y barrio al que pertenece. Esta relación permite que el sistema filtre la información por sector y mantenga separados los chats, reportes y notificaciones de cada barrio.

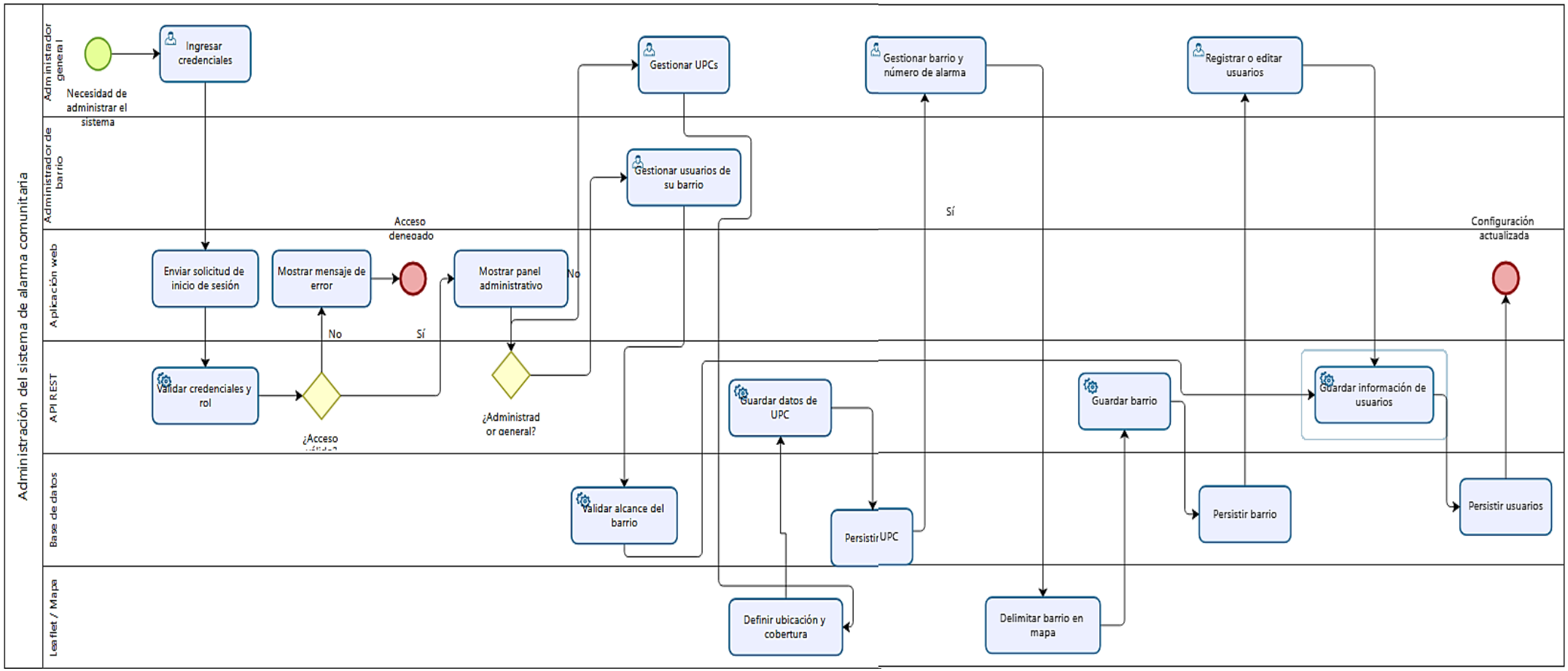
***Figura 14*** *Gestión de usuarios por barrios*




**Nota:** CRUD para la gestión de usuarios en el cual se puede registrar un usuario y guardar las coordenadas de su domicilio.

Como entregable del sprint se obtuvo un módulo web administrativo capaz de gestionar barrios, usuarios y delimitaciones geográficas, manteniendo la información organizada por sector.

***Figura 15*** *Proceso de administración del sistema.*




**Nota:** Este proceso representa lo que hacen los administradores desde la web.

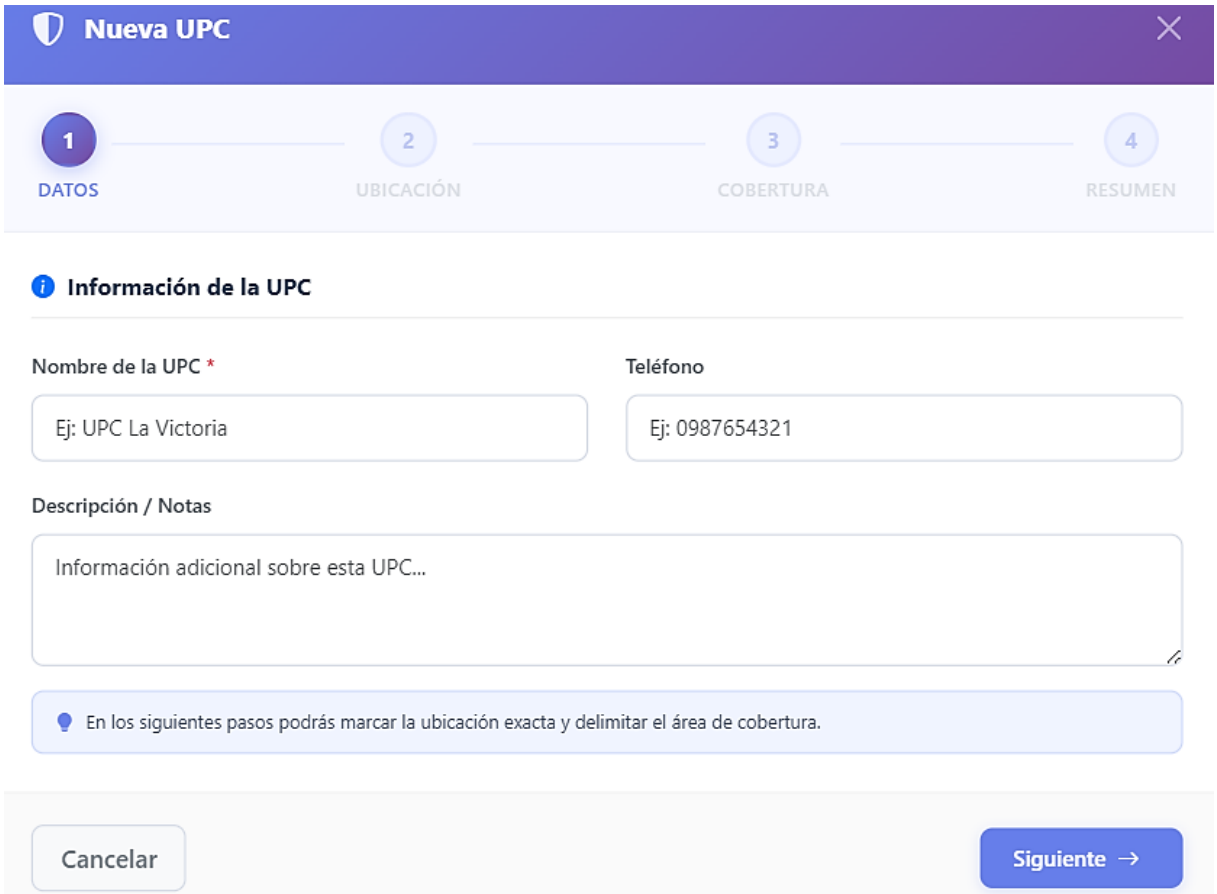
### 4.4.3 Sprint 3: Gestión de UPCs y configuración de alarma

El tercer sprint tuvo como objetivo incorporar la gestión de Unidades de Policía Comunitaria y la configuración del número de alarma asociado a cada barrio. En esta etapa se trabajaron las historias de usuario:

- HU-011 Gestión de UPCs
- HU-012 Delimitación de cobertura de UPCs
- HU-013 Asociación de UPC y número de alarma al barrio

Se desarrolló el módulo de UPCs dentro de la aplicación web administrativa, permitiendo registrar, editar, consultar y eliminar unidades policiales comunitarias. Cada UPC registra información como nombre, descripción, dirección, teléfono, ubicación geográfica y área de cobertura.

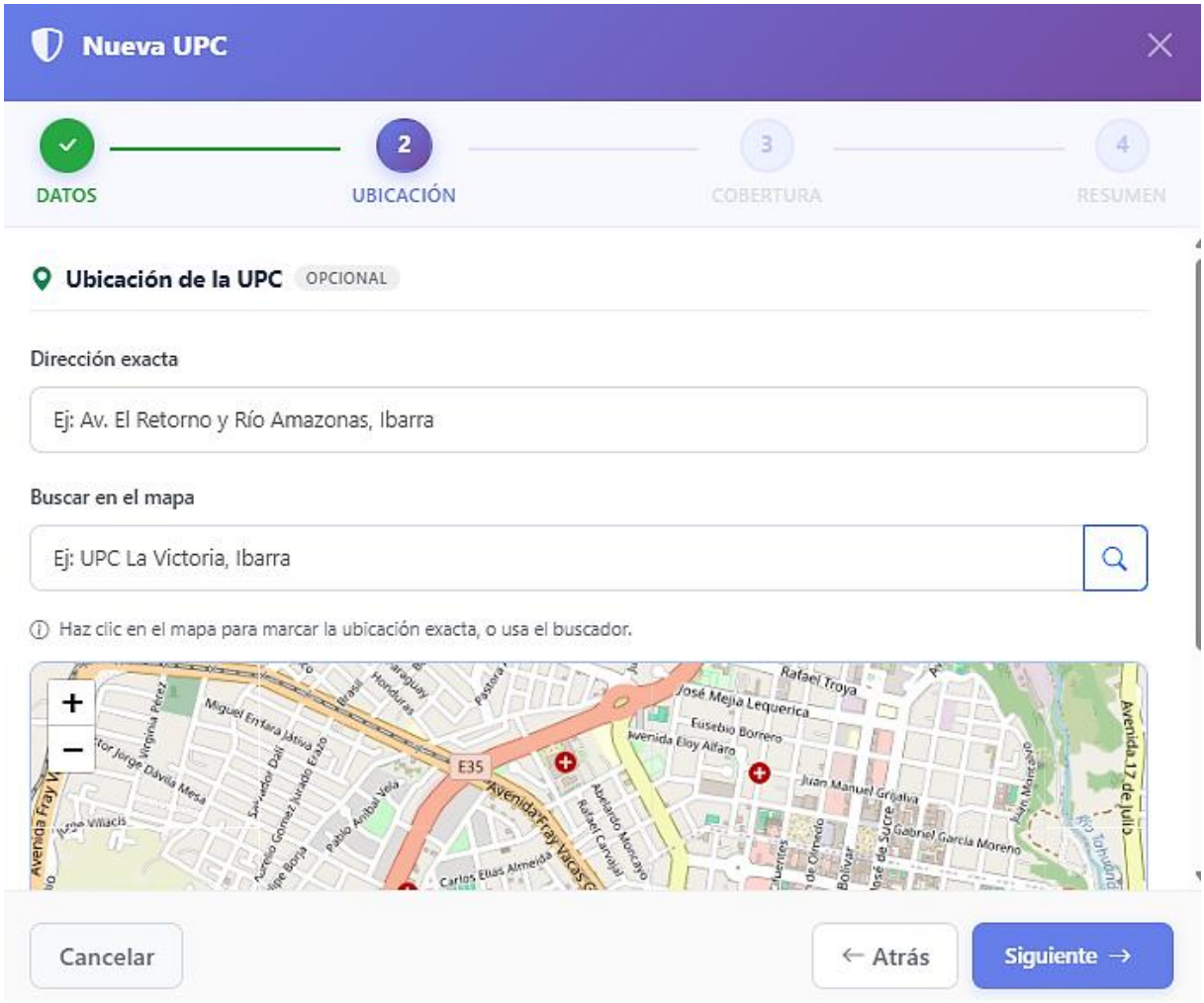
***Figura 16*** *Gestión de UPCs*




**Nota:** CRUD para la gestión de unidades de policía comunitaria, en el cual se puede registrar una upc y guardar las coordenadas de su ubicación y delimitar el área de cobertura.

La ubicación de la UPC se representa mediante un marcador en el mapa, mientras que su área de cobertura se define mediante un polígono. Esta funcionalidad permite visualizar la relación territorial entre los barrios registrados y las UPCs que brindan apoyo al sector.

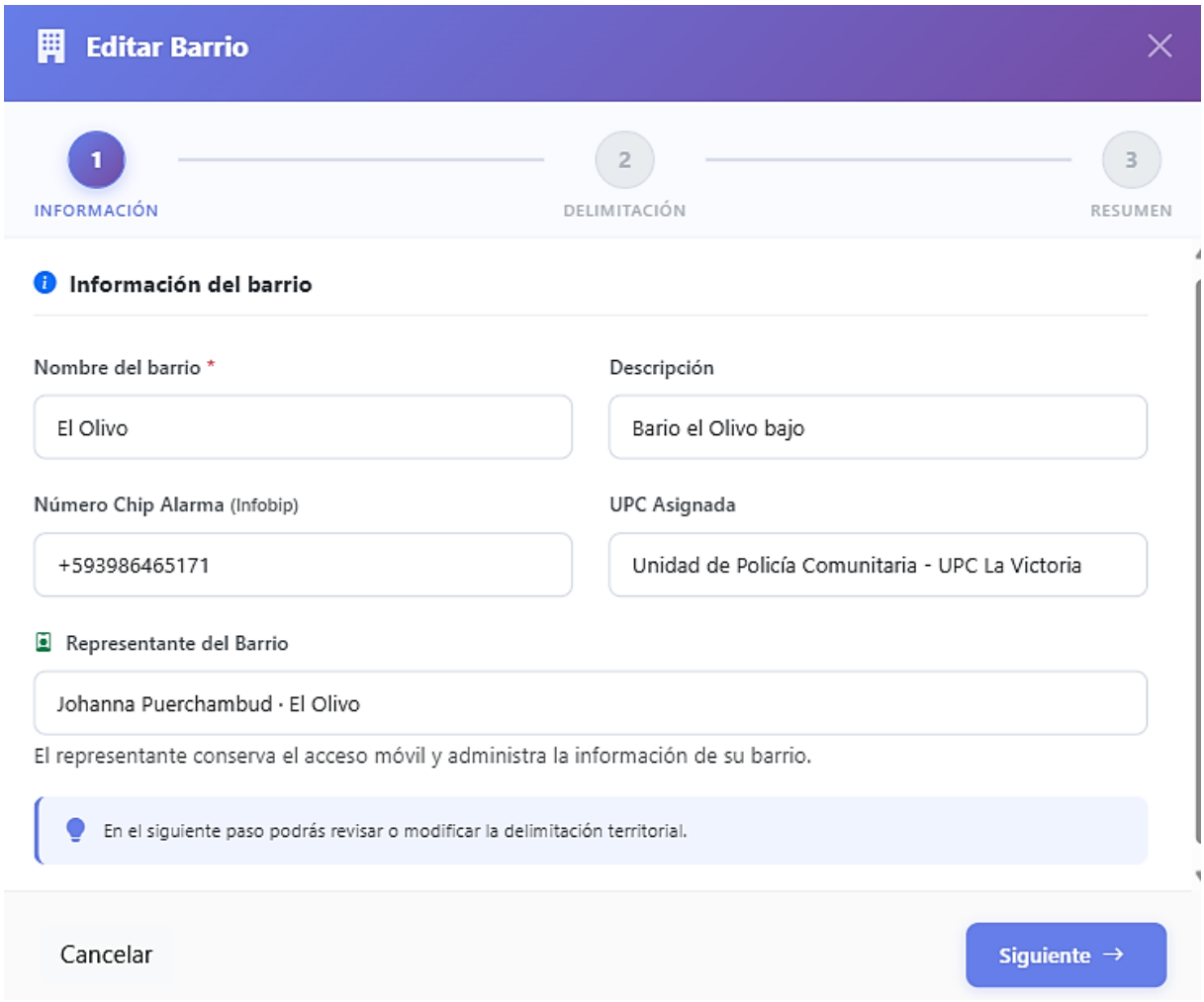
***Figura 17*** *Ubicación y cobertura geográfica de una UPC.*




**Nota:** La ubicación y cobertura de las upcs se guarda mediante coordenadas, latitud y longitud que se guardan en la base de datos posgrest con la extensión postgis.

Además, se implementó la asociación entre barrio, UPC y número de alarma. Esta configuración permite que, cuando se active una emergencia desde la aplicación móvil, el backend identifique el número correspondiente al barrio y ejecute el proceso de llamada automática.

***Figura 18*** *Asociación de UPC y número de alarma al barrio.*

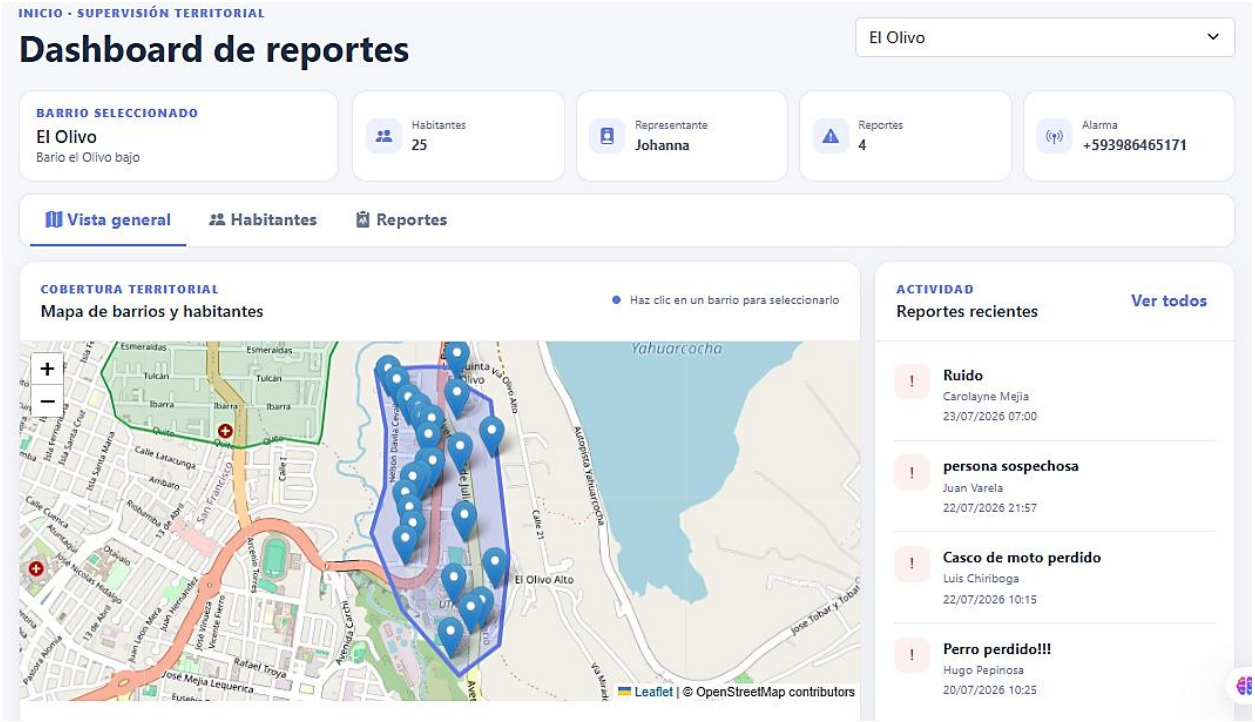



**Nota:** La asociación del número de alarma se realiza en el registro de cada barrio para el proceso alerta y llamada a la alarma física.

Como entregable del sprint se obtuvo un módulo de UPCs funcional, con ubicación, área de cobertura y asociación con barrios.

También se implementó un dashboard de supervisión territorial, disponible para el administrador general y los administradores de barrio según los permisos asignados. Al elegir un sector, la pantalla consulta la base de datos y resume el total de vecinos empadronados, el contacto asignado a la alarma y los incidentes activos. El mapa integrado muestra los límites del barrio junto a los domicilios de los moradores, complementándose con una sección lateral de eventos recientes para que el encargado supervise la situación de seguridad barrial desde un solo lugar.

*Figura 19* Dashboard de supervisión territorial y reportes del barrio




**Nota:** Vista del dashboard administrativo para la consulta de información territorial, habitantes y reportes recientes de un barrio.

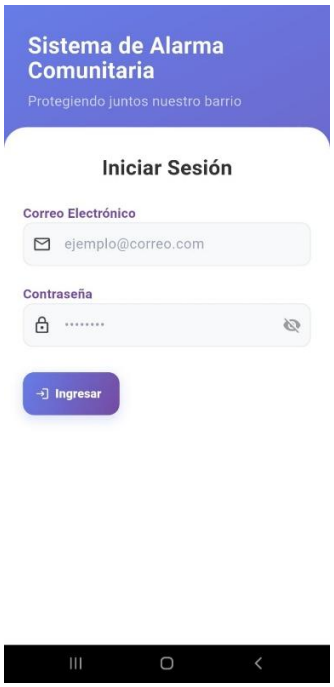
### 4.4.4 Sprint 4: Aplicación móvil y comunicación barrial

El cuarto sprint se orientó al desarrollo del núcleo de la aplicación móvil y la comunicación barrial. En esta etapa se trabajaron las historias de usuario:

- HU-014 autenticación móvil
- HU-007 chat barrial en tiempo real
- HU-015 registro del token para notificaciones push

Se implementó el inicio de sesión en la aplicación móvil desarrollada en Flutter. El usuario ingresa sus credenciales, la aplicación consume el servicio de autenticación de la API y almacena localmente el token de sesión. Esto permite mantener el acceso del usuario mientras el token sea válido.

***Figura 20*** *Inicio de sesión en la aplicación móvil*




**Nota:** Los usuarios con rol número tres podrán iniciar sesión en la aplicación mediante las credenciales asignadas por el administrador del barrio.

También se desarrolló el chat barrial mediante Socket.IO. Esta funcionalidad permite que los usuarios de un mismo barrio se comuniquen en tiempo real. La comunicación se organiza por salas asociadas al barrio, de manera que cada usuario participa únicamente en el chat correspondiente a su sector.

***Figura 21*** *Pantalla principal de la aplicación móvil*



**Nota:** En esta pantalla el usuario puede encontrar todas las funcionalidades de la aplicación móvil y el botón de emergencia que es el encargado de encender la alarma física.

Finalmente, la aplicación móvil se configuró con Firebase Cloud Messaging para obtener el token FCM correspondiente al dispositivo. Una vez obtenido, el token se envía al backend y queda vinculado con el usuario autenticado; esta asociación permite que el sistema envíe notificaciones push ante reportes o emergencias.

Por ende, como resultado del sprint se obtuvo una aplicación móvil funcional. Donde quedaron integrados el inicio de sesión, la persistencia de sesión, la conexión con la API, el chat barrial y el registro del dispositivo para notificaciones.

***Figura 22*** *Chat barrial en tiempo real*




**Nota:** El chat barrial en tiempo real permite tener una mejor comunicación entre los usuarios de cada barrio, en esta pantalla se puede visualizar los reportes y las emergencias realizadas, donde se describe la emergencia, se adjunta la evidencia en el caso de existir y un botón para que los usuarios puedan visualizar la ubicación del incidente.

### 4.4.5 Sprint 5: Reportes ciudadanos y evidencia

El quinto sprint se enfocó en el desarrollo del módulo de reportes ciudadanos y manejo de evidencia. En esta etapa se desarrollaron las historias de usuario:

- HU-006 Reporte de incidencias
- HU-008 Adjuntar evidencia en los reportes

- HU-009 Notificaciones automáticas
- HU-016 Consulta de reportes del barrio
- HU-017 Envío de imágenes en el chat barrial

Desde la aplicación móvil se implementó el registro de reportes de incidencias. El usuario puede ingresar un título, una descripción y adjuntar una imagen opcional como evidencia. La información del reporte se envía a la API, donde se valida el usuario autenticado y se almacena el registro en la base de datos.

***Figura 23*** *Registro de reporte ciudadano*




**Nota:** Pantalla donde los usuarios pueden encontrar el formulario para reportar incidencias tales como, sospechoso de robo, desaparecidos, avisos, etic.

Cuando el reporte incluye una imagen, esta se almacena en Firebase Storage, mientras que la ruta o enlace de la evidencia queda asociado al reporte correspondiente. Además, al registrar una incidencia, el sistema genera un mensaje automático dentro del chat barrial y envía una notificación push a los usuarios pertenecientes al mismo barrio.

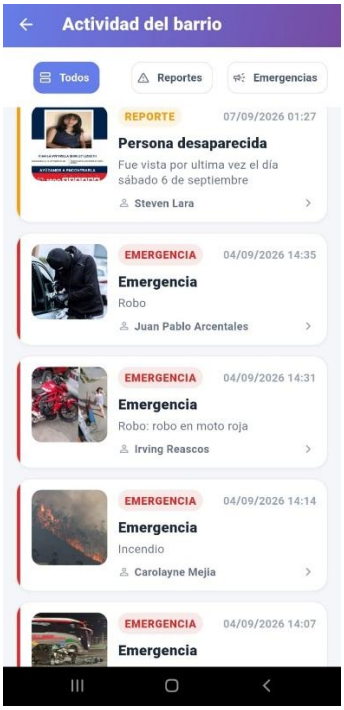
***Figura 24*** *Selección o carga de imagen como evidencia.*




**Nota:** Los usuarios puede cargar la evidencia desde su galería o tomar una foto con su cámara para poder adjuntar en el reporte.

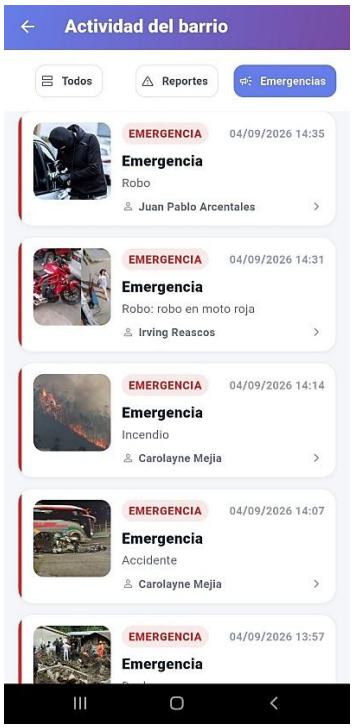
También se implementó la consulta de reportes del barrio desde la aplicación móvil. Esta funcionalidad permite visualizar los reportes generados por otros usuarios del mismo sector, incluyendo datos como título, descripción, fecha, autor e imagen cuando exista.

***Figura 25*** *Actividad del barrio*




**Nota:** En esta pantalla se puede visualizar todos los reportes realizados por los moradores del barrio.

***Figura 26*** *Listado de emergencias el barrio*




**Nota:** En esta pantalla se puede visualizar todas las emergencias emitidas por los usuarios del barrio.

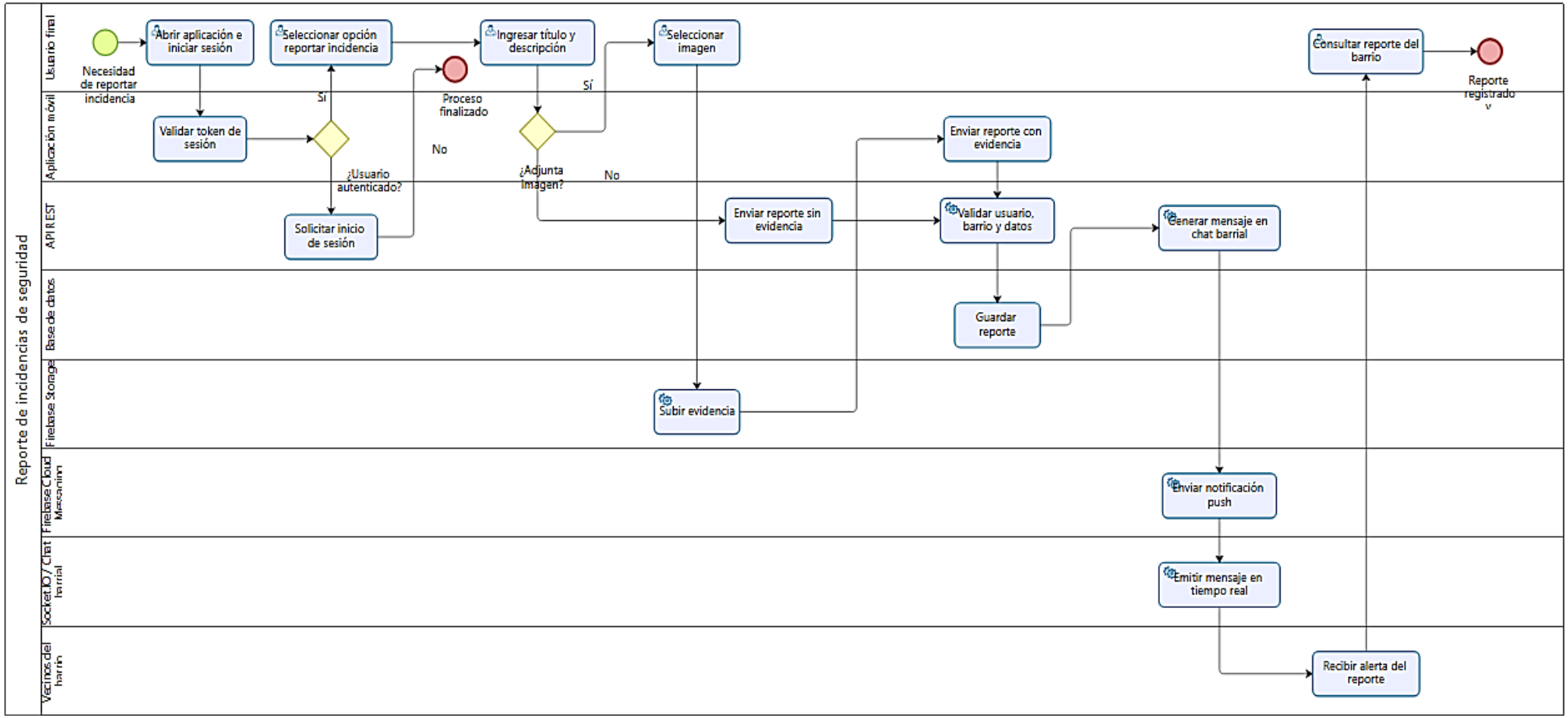
***Figura 27*** *Listado de reportes del barrio*




**Nota: :** En esta pantalla se puede visualizar todos los reportes emitidos por los usuarios del barrio.

Como entregable del sprint se obtuvo el flujo completo de reportes ciudadanos, incluyendo creación de reportes, evidencia fotográfica, almacenamiento, notificación y consulta de incidencias.

***Figura 28*** *Proceso de reporte de incidencia.*




**Nota:** Autoría propia

### 4.4.6 Sprint 6: Botón de alarma comunitaria

El sexto sprint se centró en la funcionalidad crítica del sistema: el botón de alarma comunitaria. En esta etapa se desarrollaron las historias de usuario:

- HU-018 Botón de alarma comunitaria
- HU-019 Envío de ubicación en emergencia
- HU-020 Llamada automática al número de alarma
- HU-021 Control de activaciones repetidas de emergencia

Se implementó en la aplicación móvil un botón de alarma visible y de fácil acceso. Para evitar activaciones accidentales, el sistema solicita llenar un formulario corto antes de enviar la emergencia. De forma opcional, el usuario puede adjuntar una imagen como evidencia del evento.

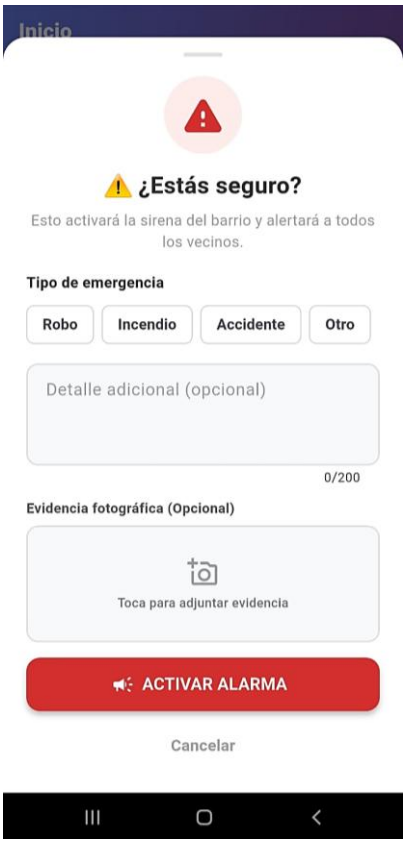
***Figura 29*** *Botón de alarma comunitaria*




**Nota:** El botón solo se presiona en caso de emergencia real ya que este activa la sirena del barrio.

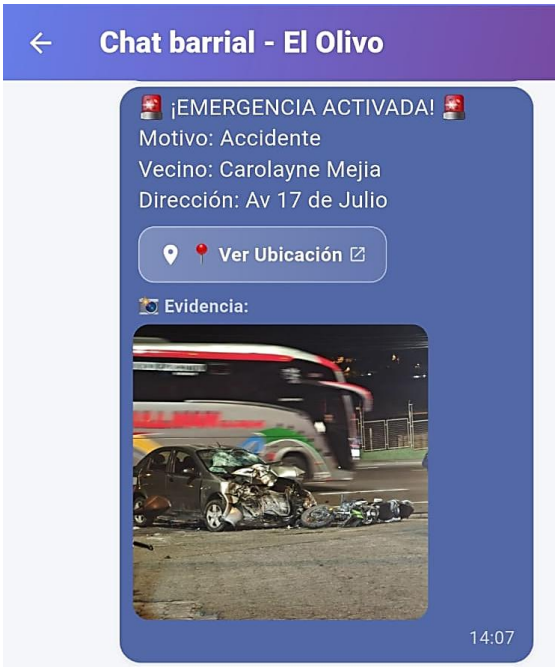
Cuando se activa una emergencia, la aplicación envía la información al backend. La API valida al usuario, verifica el barrio al que pertenece, registra el evento y genera un mensaje prioritario en el chat barrial. Además, envía notificaciones push a los usuarios del mismo sector, incluyendo información relevante para que la comunidad pueda identificar la emergencia.

***Figura 30*** *Formulario de justificación de emergencia*




**Nota:** Formulario para encender la alarma física, donde el usuario podrá reportar la emergencia.

***Figura 31*** *Mensaje de emergencia en el chat barrial*




**Nota:** Las emergencias se pueden visualizar en el chat del barrio donde los usuarios pueden ver a detalle el motivo de la alarma, la evidencia y la ubicación del domicilio del usuario.

La alerta incluye información del usuario y su ubicación o dirección registrada, lo que permite ubicar el punto de origen de la emergencia. Adicionalmente, el sistema intenta realizar una

llamada automática al número de alarma configurado para el barrio mediante Infobip. Si la llamada no puede realizarse por falta de configuración o error del servicio, la emergencia no se bloquea, ya que el sistema continúa notificando por chat y notificaciones push.

***Figura 32*** *Alarma activada*

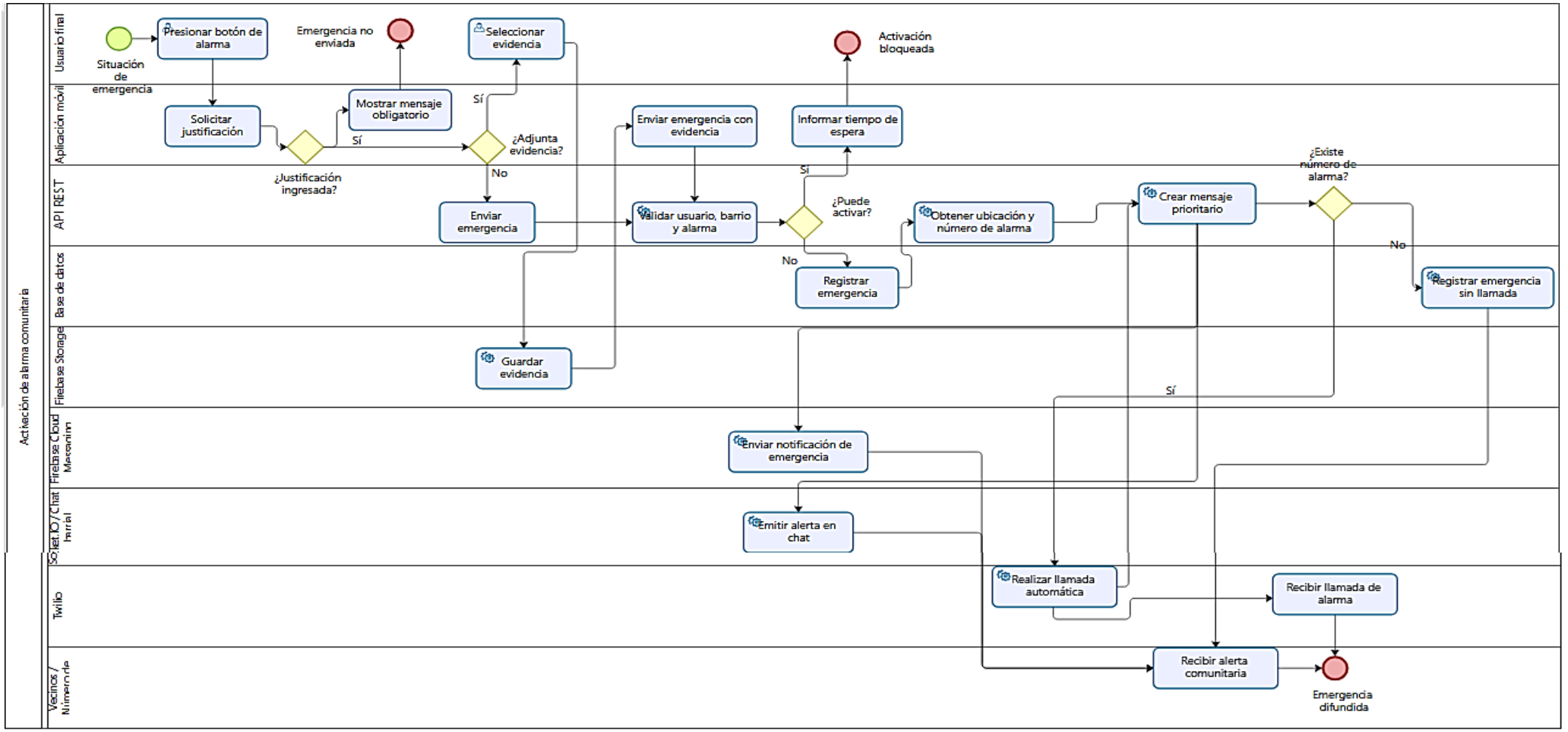



**Nota:** El botón solo se presiona en caso de emergencia y se llena el formulario para posteriormente notificar a los usuarios y encender la sirena del barrio.

También se implementó un control de activaciones repetidas, con el fin de evitar que un mismo usuario active varias emergencias consecutivas en un corto periodo de tiempo. Esta validación reduce el riesgo de falsas alarmas o activaciones accidentales.

Como entregable del sprint se obtuvo el módulo de alarma comunitaria, integrado con chat, notificaciones, evidencia, ubicación y llamada automática.

***Figura 33*** *Proceso de activación de alarma comunitaria.*




**Nota:** Autoría propia

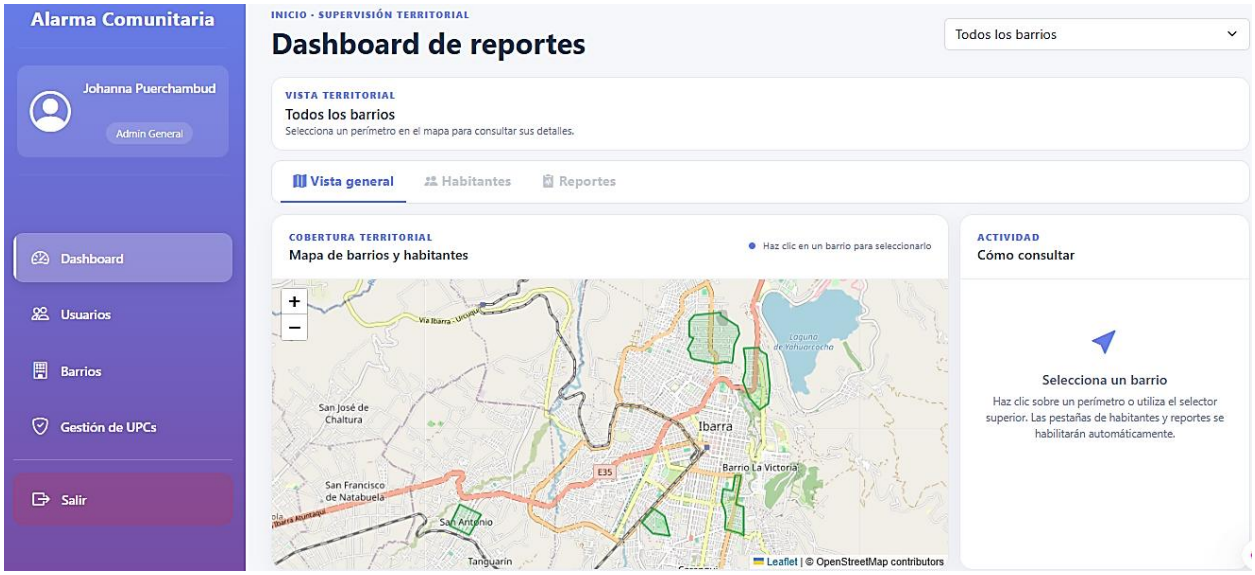
### 4.4.7 Sprint 7: Integración, visualización y validación funcional

El séptimo sprint tuvo como objetivo integrar los componentes del sistema y verificar el funcionamiento general de los módulos desarrollados. Durante etapa se trabajaron las historias de usuario:

- HU-010 Visualización de reportes en mapa por barrio
- HU-022 Visualización integral de mapa
- HU-023 Validación funcional del sistema

Para comprobar el funcionamiento conjunto de las funcionalidades principales, se realizó la integración de la aplicación web, la aplicación móvil y la API REST. La verificación abarcó el inicio de sesión, el control de roles, la gestión de barrios, usuarios y UPCs, los reportes ciudadanos, el chat barrial, las notificaciones push, el almacenamiento de imágenes y el botón de alarma comunitaria.

***Figura 34*** *Visualización de reportes y barrios en el mapa*




**Nota:** En la imagen se puede ver el dashboard de reportes por cada uno de los barrios, donde el administrador puede seleccionar el barrio para visualizar su representante, reportes y número de habitantes.

También se implementó el visor geográfico administrativo, permitiendo visualizar barrios delimitados, usuarios, reportes y datos territoriales relevantes. El administrador general puede observar la información de todos los barrios, mientras que el administrador de barrio accede únicamente a los datos de su sector.

***Figura 35*** *Visor geográfico administrativo*




**Nota:** En el mapa se muestran un mapa y menú desplegable de todos los barrios que el administrador.

La fase de pruebas funcionales verificó la consistencia operativa entre los endpoints de la API y las interfaces cliente antes de iniciar la evaluación de campo. Esta comprobación técnica garantizó la estabilidad del intercambio de datos sincrónico y asincrónico requerida para aplicar la encuesta UTAUT; como resultado, se consolidó la arquitectura integrada de software lista para el despliegue piloto.

***Figura 36*** *Sistema integrado app web, app móvil y backend (API)*




**Nota:** Sistema integrado con una app web desarrollada en Angular y una app móvil desarrollada en Flutter.

### 4.4.8 Resumen de entregables del desarrollo

Al finalizar los siete sprints, el sistema de alarma comunitaria quedó conformado por una aplicación web administrativa, una aplicación móvil, una API REST, una base de datos PostgreSQL y servicios externos integrados. Los requisitos funcionales establecidos durante la planificación se cubren mediante los módulos desarrollados, que abarcan todo el flujo de gestión comunitaria: desde la administración de barrios y usuarios hasta el reporte de incidencias y la activación de emergencias.

**Tabla 33** Módulos implementados en el sistema

| Módulo | Plataforma | Resultado obtenido |
|---|---|---|
| Autenticación y roles | Web, móvil y API | Inicio de sesión seguro y control de acceso según el tipo de usuario. |
| Gestión de barrios | Web y API | Registro, edición, consulta, eliminación y delimitación geográfica de barrios. |
| Gestión de usuarios | Web y API | Administración de habitantes y administradores asociados a cada barrio. |
| Gestión de UPCs | Web y API | Registro de UPCs, ubicación geográfica, área de cobertura y asociación con barrios. |
| Chat barrial | Móvil y API | Comunicación en tiempo real entre usuarios pertenecientes al mismo barrio. |
| Reportes ciudadanos | Móvil y API | Registro y consulta de incidencias con descripción, fecha, usuario y evidencia. |
| Evidencia fotográfica | Móvil, API y Firebase Storage | Almacenamiento de imágenes asociadas a reportes, mensajes o emergencias. |
| Notificaciones push | Móvil, API y Firebase Cloud Messaging | Envío automático de alertas ante reportes o emergencias generadas en el barrio. |

| Módulo | Plataforma | Resultado obtenido |
|---|---|---|
| Botón de alarma comunitaria | Móvil y API | Activación de emergencia con justificación, evidencia opcional y ubicación del usuario. |
| Llamada automática | API y Infobip | Intento de llamada automática al número de alarma configurado para el barrio. |
| Visor geográfico | Web y Leaflet | Visualización de barrios, usuarios, reportes y cobertura territorial. |
| Base de datos | PostgreSQL | Persistencia de usuarios, roles, barrios, UPCs, reportes, mensajes y tokens de notificación. |

El desarrollo incremental permitió construir el sistema de forma ordenada, verificando cada módulo antes de integrarlo con el resto de los componentes. Como resultado, se obtuvo una solución funcional que permite gestionar la información comunitaria, reportar incidencias, mantener comunicación barrial, alertar a los usuarios mediante notificaciones y activar una alarma comunitaria desde la aplicación móvil.

La finalización de esta etapa permitió disponer de un producto listo para la fase de validación con usuarios, en la cual se evaluará la aceptación de la aplicación móvil mediante el modelo UTAUT.

## 4.5 Aplicación del instrumento UTAUT

La aplicación del instrumento se realizó después de la presentación y demostración de la aplicación móvil. En esa etapa, los participantes recibieron una explicación sobre el propósito del sistema, sus principales funcionalidades y la forma en que puede ser utilizado en situaciones de seguridad barrial.

El inicio de sesión, el chat barrial, el registro de reportes, la consulta de incidencias y el botón de alarma comunitaria fueron las principales funciones que los participantes pudieron observar o utilizar. Después de esta interacción se aplicó el cuestionario de validación, solicitando que cada participante respondiera de acuerdo con su percepción personal.

La información recolectada fue utilizada únicamente con fines académicos. Las respuestas fueron registradas de forma anónima y procesadas mediante tablas de frecuencia, porcentajes y promedios por dimensión, con el fin de interpretar el nivel de aceptación de la aplicación móvil.

Para cada ítem se calcularon frecuencias, porcentajes y media aritmética. El promedio de cada dimensión se obtuvo mediante la suma de las puntuaciones de sus ítems dividida para el número de respuestas válidas de la dimensión. El promedio global se calculó a partir de las 682 valoraciones válidas correspondientes a 31 participantes y 22 ítems. Los resultados se interpretaron con los rangos definidos en la Tabla 32.

***Promedio de la dimensión*** *= suma de las puntuaciones obtenidas / número total de valoraciones válidas de la dimensión.*

### 4.5.1 Resultados de fiabilidad del instrumento (Alfa de Cronbach)

La consistencia interna del instrumento aplicado se evaluó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, considerando las respuestas de los 31 participantes de la prueba piloto. Este análisis estadístico permite determinar el grado de homogeneidad y correlación entre los ítems que componen cada una de las dimensiones del modelo UTAUT adaptado al sistema.

***Tabla 34*** *Coeficiente Alfa de Cronbach por dimensión del modelo UTAUT*

| Dimensión | Sigla | Ítems | Alfa de Cronbach (α) | Nivel de fiabilidad |
|---|---|---|---|---|
| Expectativa de rendimiento | ER | 5 | 0,854 | Buena |
| Expectativa de esfuerzo | EE | 5 | 0,812 | Buena |
| Influencia social | IS | 4 | 0,785 | Aceptable |
| Condiciones facilitadoras | CF | 4 | 0,808 | Buena |
| Intención de uso | IU | 4 | 0,862 | Buena |
| **Escala global** | **TOTAL** | **22** | **0,891** | **Buena** |

***Nota:*** *Elaboración propia a partir de las respuestas de los usuarios del barrio piloto.*

Los valores obtenidos en las dimensiones evaluadas superan el criterio de referencia ($\alpha \geq 0{,}70$), lo que evidencia una adecuada consistencia interna en la escala utilizada y confirma la estabilidad de las mediciones antes de analizar los resultados de aceptación.

### 4.5.2 Resultados de expectativa de rendimiento

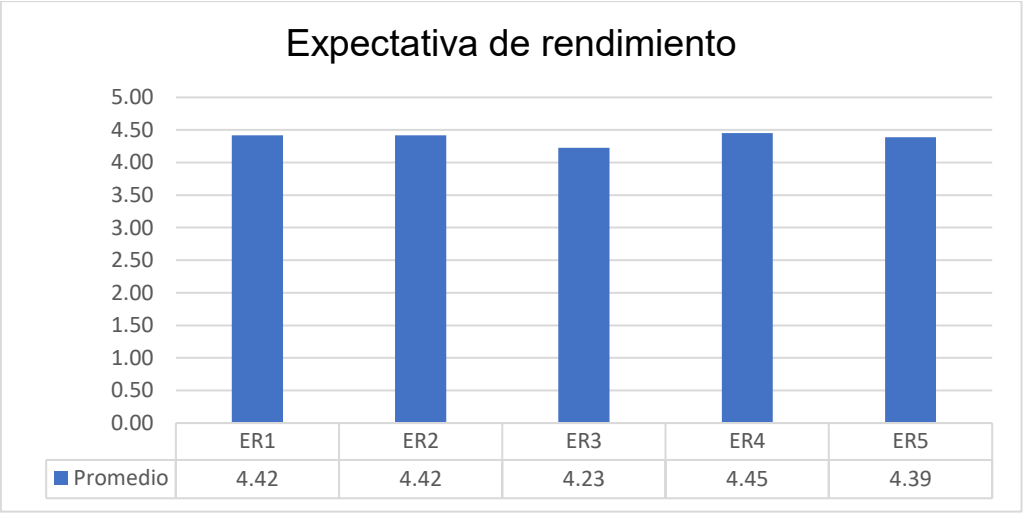
La dimensión expectativa de rendimiento permitió evaluar si los usuarios consideran que la aplicación móvil contribuye al reporte de incidencias, comunicación barrial y activación oportuna de alertas comunitarias.

***Tabla 35*** *Resultados de expectativa*

| Ítem | Promedio | Interpretación |
|---|---|---|
| ER1 | 4,42 | Muy alta aceptación |
| ER2 | 4,42 | Muy alta aceptación |
| ER3 | 4,23 | Muy alta aceptación |
| ER4 | 4,45 | Muy alta aceptación |
| ER5 | 4,39 | Muy alta aceptación |
| **Promedio general** | **4,38** | **Muy alta aceptación** |

Los resultados muestran una percepción muy favorable de la utilidad de la aplicación, con un promedio general de 4,38. Dentro de la dimensión, la capacidad del botón de alarma para alertar oportunamente obtuvo la valoración más alta (ER4 = 4,45), mientras que la utilidad de la aplicación para reportar incidencias e informar situaciones de riesgo con mayor rapidez alcanzó ER1 y ER2 = 4,42. La mejora de la comunicación entre vecinos presentó el valor menor (ER3 = 4,23); no obstante, también se ubica en el rango de muy alta aceptación. El 87,74 % de las respuestas de esta dimensión correspondió a de acuerdo o totalmente de acuerdo. Esto indica que la aplicación es percibida como una herramienta útil para fortalecer el reporte, la alerta y la organización comunitaria.

***Figura 37*** *Resultados de expectativa de rendimiento*




*Nota: Elaboración propia.*

### 4.5.3 Resultados de expectativa de esfuerzo

La dimensión expectativa de esfuerzo permitió medir la facilidad percibida por los usuarios al interactuar con la aplicación móvil. Esta dimensión es importante debido a que el sistema debe ser utilizado de forma rápida y clara, especialmente en situaciones de emergencia.

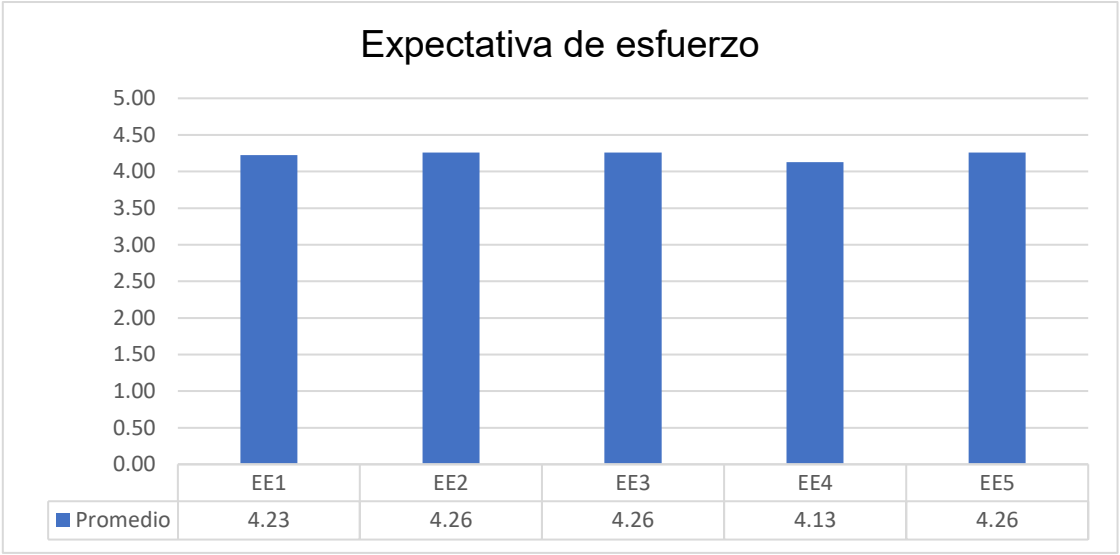
***Tabla 36*** *Resultados de la expectativa de esfuerzo*

| Ítem | Promedio | Interpretación |
|---|---|---|
| EE1 | 4,23 | Muy alta aceptación |
| EE2 | 4,26 | Muy alta aceptación |
| EE3 | 4,26 | Muy alta aceptación |
| EE4 | 4,13 | Alta aceptación |
| EE5 | 4,26 | Muy alta aceptación |
| **Promedio general** | **4,23** | **Muy alta aceptación** |

Un promedio general de 4,23 situó la expectativa de esfuerzo en un nivel de aceptación muy alto. El aprendizaje, la claridad de la interacción y la activación del botón de alarma obtuvieron promedios de 4,26, mientras que el registro de una incidencia sin dificultad presentó el promedio más bajo de la dimensión (EE4 = 4,13), aunque permaneció dentro del rango de alta

aceptación. Del total de valoraciones, el 81,94 % correspondió a «de acuerdo» o «totalmente de acuerdo». Por tanto, los participantes perciben la aplicación como fácil de aprender y utilizar, pero el flujo de registro de incidencias constituye la principal oportunidad de mejora de la app.

***Figura 38*** *Resultados de expectativa de esfuerzo*




Nota: Elaboración propia.

### 4.5.4 Resultados de influencia social

La dimensión influencia social permitió conocer si los participantes consideran que el apoyo de vecinos, dirigentes o personas importantes dentro del barrio puede motivar el uso de la aplicación móvil.

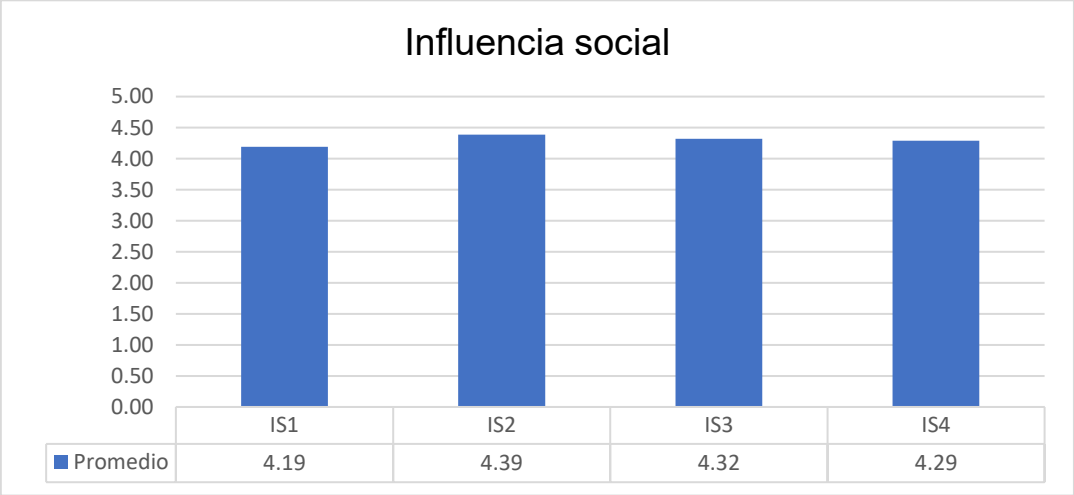
***Tabla 37*** *Resultados de influencia social*

| Ítem | Promedio | Interpretación |
|---|---|---|
| IS1 | 4,19 | Alta aceptación |
| IS2 | 4,39 | Muy alta aceptación |
| IS3 | 4,32 | Muy alta aceptación |
| IS4 | 4,29 | Muy alta aceptación |
| **Promedio general** | **4,30** | **Muy alta aceptación** |

La influencia social obtuvo un promedio general de 4,30 y un 87,10 % de respuestas favorables. La valoración más alta correspondió a la opinión de las personas importantes dentro del barrio

(IS2 = 4,39), seguida del apoyo de dirigentes o responsables barriales (IS3 = 4,32). El apoyo esperado de los vecinos registró 4,19, valor que representa alta aceptación. Estos resultados muestran que la adopción de la aplicación puede fortalecerse mediante el respaldo visible de dirigentes, administradores y referentes comunitarios.

***Figura 39*** *Resultados de influencia social*




*Nota: Elaboración propia.*

### 4.5.5 Resultados de condiciones facilitadoras

La dimensión condiciones facilitadoras permitió evaluar si los participantes cuentan con los recursos tecnológicos, conocimientos y apoyo necesario para utilizar la aplicación móvil.

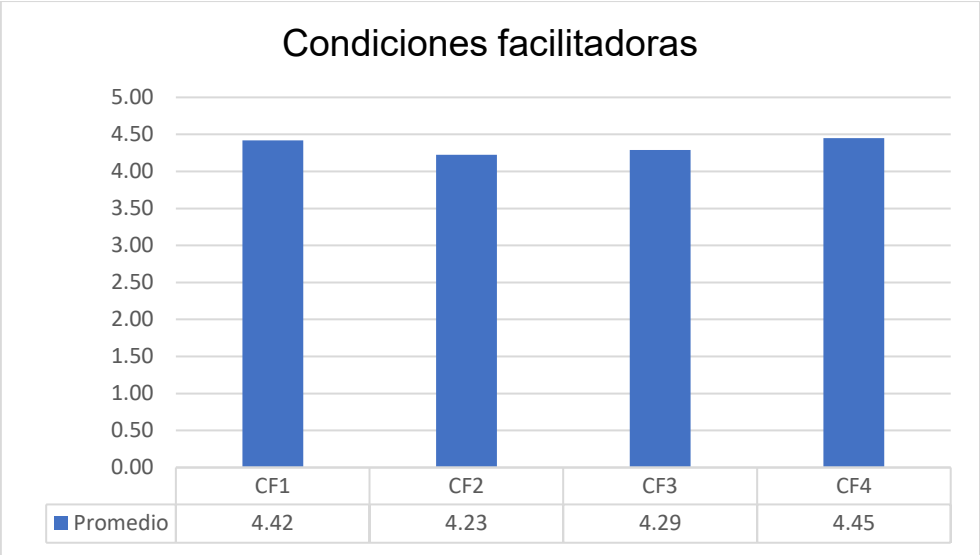
***Tabla 38*** *Resultados de condiciones facilitadoras*

| Ítem | Promedio | Interpretación |
|---|---|---|
| CF1 | 4,42 | Muy alta aceptación |
| CF2 | 4,23 | Muy alta aceptación |
| CF3 | 4,29 | Muy alta aceptación |
| CF4 | 4,45 | Muy alta aceptación |
| **Promedio general** | **4,35** | **Muy alta aceptación** |

En las condiciones facilitadoras, el 85,48 % de las respuestas se ubicó en las categorías favorables y el promedio general alcanzó 4,35. La posibilidad de utilizar la aplicación con los recursos tecnológicos disponibles en el barrio obtuvo la puntuación más alta (CF4 = 4,45),

seguida de la disponibilidad de un teléfono adecuado (CF1 = 4,42). A partir de estos resultados, la mayoría de los participantes considera que dispone de recursos, conocimientos y posibilidades de apoyo suficientes para utilizar el sistema.

***Figura 40*** *Resultados de condiciones facilitadoras*




*Nota: Elaboración propia.*

### 4.5.6 Resultados de intención de uso

La dimensión intención de uso permitió conocer si los usuarios estuviesen dispuestos a utilizar la aplicación móvil en situaciones reales de seguridad barrial.

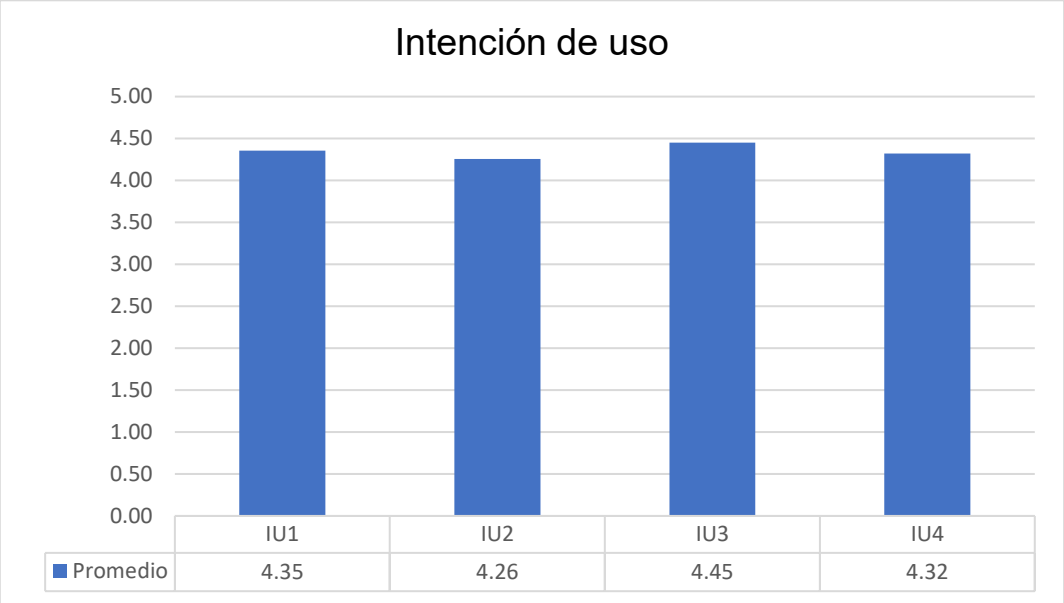
***Tabla 39*** *Resultados de intención de uso*

| Ítem | Promedio | Interpretación |
|---|---|---|
| IU1 | 4,35 | Muy alta aceptación |
| IU2 | 4,26 | Muy alta aceptación |
| IU3 | 4,45 | Muy alta aceptación |
| IU4 | 4,32 | Muy alta aceptación |
| **Promedio general** | **4,35** | **Muy alta aceptación** |

La intención de uso presentó un promedio general de 4,35 y la mayor proporción de respuestas favorables entre las dimensiones (88,71 %). La disposición a utilizar el botón de alarma en una

emergencia real fue el aspecto mejor valorado (IU3 = 4,45). También se observó una intención favorable de usar la aplicación ante situaciones de inseguridad (IU1 = 4,35), recomendarla a otros vecinos (IU4 = 4,32) y emplearla para reportar incidencias (IU2 = 4,26). Estos resultados evidencian una disposición positiva hacia el uso futuro del sistema.

***Figura 41*** *Resultados de intención de uso*




*Nota: Elaboración propia.*

## 4.6 Análisis general de aceptación

Una vez obtenidos los promedios por dimensión, se realizó un análisis general de aceptación de la aplicación móvil. Este análisis permitió comparar los resultados entre las dimensiones evaluadas y determinar el nivel global de aceptación del sistema por parte de los usuarios del barrio piloto.

### 4.6.1 Promedio general por dimensión

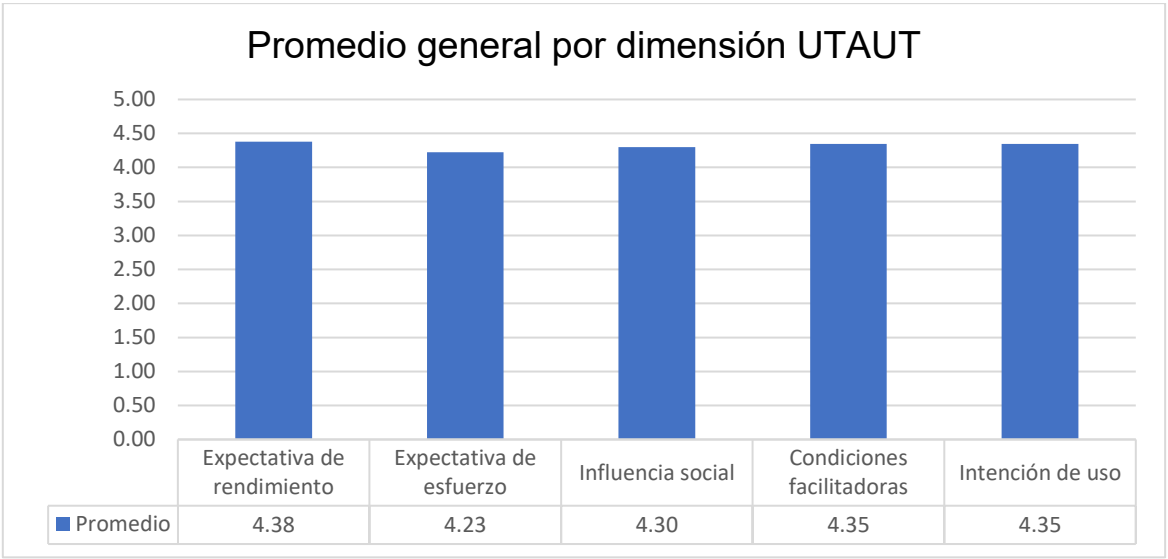
***Tabla 40*** *Promedio general por dimensión UTAUT*

| Dimensión | Promedio general | Nivel de aceptación |
|---|---|---|
| Expectativa de rendimiento | 4,38 | Muy alta |
| Expectativa de esfuerzo | 4,23 | Muy alta |
| Influencia social | 4,30 | Muy alta |

| Dimensión | Promedio general | Nivel de aceptación |
|---|---|---|
| Condiciones facilitadoras | 4,35 | Muy alta |
| Intención de uso | 4,35 | Muy alta |
| **Promedio global** | **4,32** | **Muy alta** |

La expectativa de rendimiento fue la dimensión mejor valorada (4,38), lo que confirma que la principal fortaleza de la aplicación es su utilidad percibida para reportar, alertar y apoyar la coordinación barrial. Las condiciones facilitadoras y la intención de uso compartieron un promedio de 4,35, seguidas de la influencia social con 4,30. Aunque la expectativa de esfuerzo presentó el promedio comparativamente menor (4,23), permaneció en el rango de muy alta aceptación.

***Figura 42*** *Promedio general por cada una de las dimensiones*




***Nota:*** *Autoría propia.*

La comparación de los promedios obtenidos en cada dimensión permite distinguir los aspectos que recibieron mejores valoraciones de aquellos que podrían requerir mayor atención. Las dimensiones con valores más altos representan fortalezas de la aplicación móvil, mientras que las dimensiones con valores medios o bajos pueden indicar oportunidades de mejora.

### 4.6.2 Interpretación de resultados

Los resultados obtenidos permiten interpretar el nivel de aceptación de la aplicación móvil de alarma comunitaria. Si las dimensiones expectativas de rendimiento e intención de uso

presentan valores altos, se puede concluir que los usuarios perciben la aplicación como útil y estarían dispuestos a utilizarla en situaciones reales de seguridad. un valor alto en expectativa de esfuerzo evidencia que la aplicación es considerada fácil de utilizar; y valores favorables en condiciones facilitadoras permiten afirmar que los usuarios cuentan con recursos y conocimientos básicos para usar el sistema.

El papel de la comunidad en la adopción de la aplicación se analiza a través de la influencia social. Dentro de un sistema de alarma comunitaria, esta dimensión adquiere relevancia porque el éxito no depende únicamente del uso individual, sino también de la participación de vecinos, dirigentes y responsables del barrio.

En conjunto, los resultados permiten determinar que la aplicación móvil presenta un nivel de aceptación muy alto por parte de los 31 usuarios encuestados. El promedio global de 4,32 y la concentración del 86,07 % de las respuestas en las categorías (de acuerdo) y (totalmente de acuerdo) evidencian una valoración favorable de la utilidad, facilidad de uso, respaldo comunitario, condiciones disponibles e intención de adopción. La expectativa de rendimiento constituye la principal fortaleza del sistema. Aunque la expectativa de esfuerzo también fue valorada de manera muy favorable, el proceso de registro de incidencias obtuvo el promedio individual más bajo (4,13), por lo que conviene simplificarlo o reforzar su explicación durante la capacitación inicial.

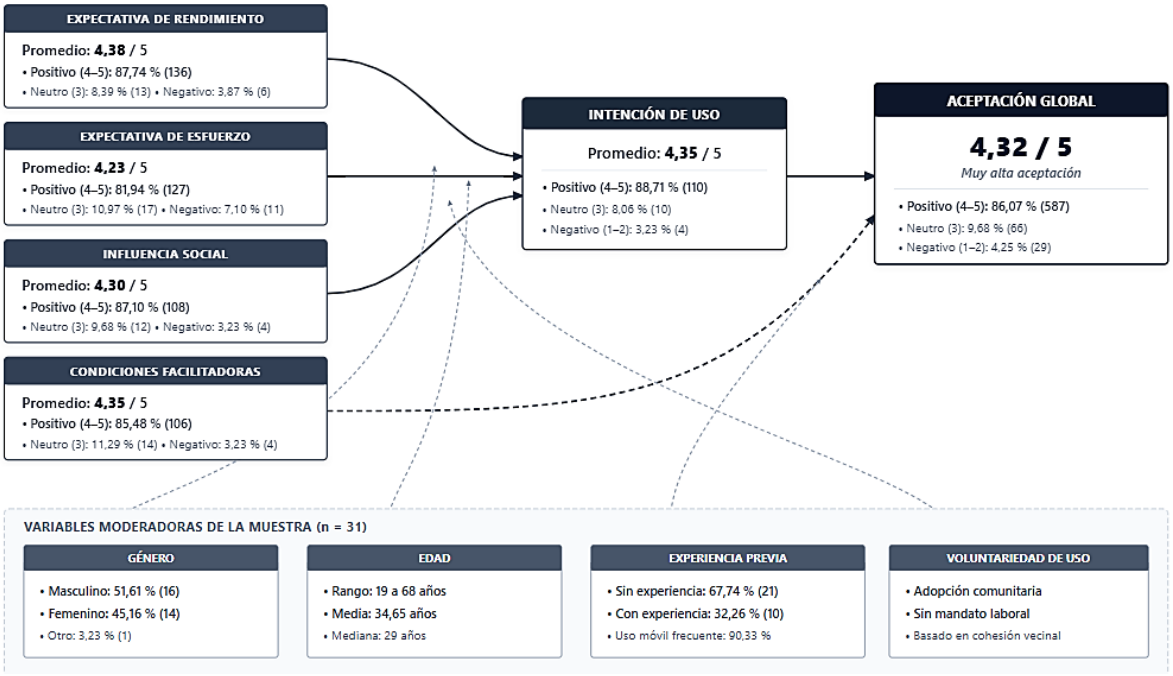
### 4.6.3 Conclusión de la validación

La evaluación basada en el modelo UTAUT determinó una valoración global de 4,32 sobre 5, lo que sitúa a la aplicación móvil en un nivel de aceptación muy alto entre los participantes. La expectativa de rendimiento obtuvo el puntaje más destacado (4,38), confirmando que los usuarios consideran útil el sistema para registrar incidencias, enviar alertas a tiempo y apoyar la coordinación vecinal. De igual modo, las condiciones facilitadoras y la intención de uso registraron un promedio de 4,35, reflejando que los habitantes cuentan con los medios técnicos necesarios y muestran una clara disposición a emplear la herramienta ante emergencias reales.

El valor de 4,23 obtenido por la expectativa de esfuerzo también representa una aceptación muy alta; sin embargo, dentro de esta dimensión, el ítem asociado al registro de incidencias presentó una valoración comparativamente menor, lo cual señala una oportunidad de simplificación y acompañamiento. En conjunto, los resultados respaldan el cumplimiento del tercer objetivo específico, referido a validar la aplicación móvil mediante UTAUT, y muestran que la solución puede ser aceptada como herramienta de apoyo para la comunicación, el reporte de incidencias

y la activación de alertas comunitarias. Debido al tamaño y tipo de la muestra, esta conclusión se limita al grupo participante y deberá confirmarse en implementaciones posteriores con muestras más amplias y diversas.

***Figura 43*** *Resultados de aceptación tecnológica*




***Nota:*** *Autoría propia. Adaptación del modelo UTAUT [14] con los resultados de aceptación de la aplicación móvil (n = 31).*

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES

El sistema propuesto representa una mejora frente a los mecanismos tradicionales de alarma comunitaria, debido a que transforma un proceso informal de comunicación barrial en un servicio digital más organizado, trazable y accesible para los habitantes. A partir de esta transformación, la solución no se limita a alertar sobre una emergencia, sino que también permite registrar incidencias, compartir información y mantener evidencia de los eventos reportados.

El producto integrado está conformado por la aplicación web, la aplicación móvil y la API REST, cuya operación conjunta mejora la gestión del servicio de alarma comunitaria. La administración de barrios, usuarios, UPCs, delimitaciones geográficas y números de alarma permite mantener la información estructurada y disponible para operar de acuerdo con la organización territorial de la comunidad.

La centralización de los reportes y alertas constituye el eje operativo del sistema. Al procesar las incidencias con respaldo fotográfico y despachar las notificaciones por sector mediante eventos en tiempo real, el backend preserva la trazabilidad de cada caso registrado; este flujo estructurado sustituye los canales informales de mensajería y dota a los habitantes del barrio de datos inmediatos para activar la asistencia comunitaria.

El desacoplamiento de la arquitectura posibilitó resolver las restricciones técnicas del servicio mediante componentes especializados. La API centraliza las reglas de autenticación y persistencia espacial en PostgreSQL, mientras que los microservicios externos absorben de forma independiente el almacenamiento binario, la mensajería y la telefonía.

La evaluación empírica con el modelo UTAUT determinó un índice global de aceptación de 4,32 sobre 5 en el grupo piloto, situando la percepción comunitaria en el rango superior de la escala. El constructor de expectativa de rendimiento lideró la calificación con 4,38 puntos, complementado por valores de 4,35 en condiciones facilitadoras e intención de uso; estos registros demuestran la viabilidad técnica del aplicativo móvil ante eventos de riesgo, supeditando los resultados a la muestra no probabilística de 31 habitantes evaluada.

# RECOMENDACIONES

Previo al despliegue definitivo del sistema en el sector piloto, se debe coordinar talleres prácticos con los moradores. Aunque la interfaz móvil presenta flujos de navegación simplificados, la activación del pulsador de pánico, la carga de fotos y la lectura de alertas demandan inducción presencial; este protocolo formativo mitiga reportes accidentales y garantiza que los participantes reconozcan los tiempos reales de despacho institucional durante una alarma.

Se aconseja programar auditorías técnicas sobre la infraestructura de Socket.IO, el enrutamiento de Firebase Cloud Messaging y las conexiones GSM de Infobip. Debido a que estos servicios sustentan el canal de telemetría y comunicación crítica, el monitoreo continuo de los logs previene interrupciones en la entrega de avisos ante eventos de auxilio.

Incorporar funciones adicionales de seguimiento al módulo de emergencia para fortalecerlo, entre ellas estados de atención, confirmación de recepción de la alerta y registro del tiempo de respuesta. En cuanto al registro de incidencias, optimizar su flujo y evaluar una versión de menor consumo de almacenamiento y datos.

Incorporar a la aplicación web administrativa reportes estadísticos que presenten, mediante gráficos, las incidencias registradas, los barrios con mayor número de alertas, los tipos de eventos y la frecuencia de uso del botón de alarma. La información obtenida podría apoyar la toma de decisiones de los administradores y responsables barriales.

Siempre que existan acuerdos formales para su uso, considerar la integración futura con instituciones de seguridad o entidades de respuesta local. Si esta integración se realiza, las alertas comunitarias podrían llegar no solo a los vecinos, sino también a actores externos que puedan brindar apoyo en situaciones de emergencia.

En futuras versiones, ampliar la implementación del sistema a otros barrios de la ciudad de Ibarra. En los siguientes estudios de adopción conviene aplicar muestreos probabilísticos estratificados que superen el tamaño muestral de 31 informantes, permitiendo contrastar la varianza entre sectores residenciales heterogéneos; de igual manera, replicar el instrumento UTAUT en zonas diversas aportará datos cuantitativos concluyentes sobre la robustez y escalabilidad técnica de la red.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


[1] K. M. Ortega and S. L. Pino, “Impacto social y económico de los factores de riesgo que afectan la seguridad ciudadana en Ecuador,” *Espacios*, vol. 42, no. 23, pp. 52–70, Nov. 2021, doi: 10.48082/ESPACIOS-A21V42N21P04.

[2] J. E. López, M. Asesor, and S. Betancourt Mendez, “Estrategia para fomentar la participación civil en la formulación de proyectos de seguridad ciudadana en el municipio de Mariquita (Tolima),” Apr. 2023, Accessed: Jul. 03, 2026. [Online]. Available: https://repository.unad.edu.co/handle/10596/55015

[3] S. Cjuiro Mateus, Y. F. Soria Pérez, and H. Sánchez Loayza, “Voces de la comunidad y la policía: Análisis cualitativo de los programas preventivos de seguridad ciudadana”, doi: 10.5281/ZENODO.14270961.

[4] J. Webster and R. T. Watson, “Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review,” *MIS Quarterly*, vol. 26, no. 2, pp. xiii–xxiii, Jun. 2002, doi: 10.2307/4132319.

[5] A. Ayaz and M. Yanartaş, “An analysis on the unified theory of acceptance and use of technology theory (UTAUT): Acceptance of electronic document management system (EDMS),” *Computers in Human Behavior Reports*, vol. 2, p. 100032, Aug. 2020, doi: 10.1016/J.CHBR.2020.100032.

[6] A. E. Azúa Arteaga, G. E. Morejón López, and E. J. Zherdmant Cevallos, “Proposal of a Scrum Model for the ICT Directorate at the Universidad Técnica de Manabí,” *Revista Tecnologica Espol*, vol. 38, no. 1, pp. 47–68, 2026, doi: 10.37815/RTE.V38N1.1392.

[7] K. M. Cuadrado Sevillano, “Prototipo de sistema integrado de seguridad comunitaria con tecnología plug and play a bajo costo,” 2020, Accessed: Jul. 03, 2026. [Online]. Available: https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/11218

[8] B. J. Ipiales Chasiguano, “optimización del tiempo de respuesta de auxilio inmediato con tecnología de geolocalización para el sistema de botón de pánico de las unidades de policía comunitaria del cantón Ibarra-prototipo UPC Caranqui,” 2019, Accessed: Jul. 03, 2026. [Online]. Available: https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/9830

[9] J. M. Ayabaca Espinoza and P. F. Cochancela Solórzano, “Desarrollo de una plataforma para la gestión y monitoreo de alarmas residenciales integradas a un sistema de alarma comunitaria,” 2023, Accessed: Jul. 03, 2026. [Online]. Available: https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26419

[10] K. G. Chicaiza Guachi, “Sistema de alarma comunitaria para el mercado San Juan de la Ciudad de Santiago de Píllaro,” 2020, *Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera Ingeniería Electrónica y Comunicaciones*. Accessed: Jul. 03, 2026. [Online]. Available: https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30709

[11] J. Buitrago and https://independent.academia.edu/JonathanBuitrago17, “Sistema de Alarma Comunitaria Controlada desde Dispositivos Móviles,” Jan. 01, 2018. Accessed: Jul. 03, 2026. [Online]. Available: https://www.academia.edu/103729034/Sistema_de_Alarma_Comunitaria_Controlada_desde_Dispositivos_M%C3%B3viles

[12] V. Venkatesh, M. G. Morris, G. B. Davis, and F. D. Davis, “User acceptance of information technology: Toward a unified view,” *MIS Q.*, vol. 27, no. 3, pp. 425–478, 2003, doi: 10.2307/30036540.

[13] K. Chriswell and A. Huberts, “Collective Action Infrastructure: The Downstream Effects of Urban Neighborhood Organizing,” *Comp. Polit. Stud.*, vol. 57, no. 7, pp. 1175–1209, Jun. 2024, doi: 10.1177/00104140231193018/SUPPL_FILE/SJ-PDF-1-CPS-10.1177_00104140231193018.PDF.

[14] A. Ayaz and M. Yanartaş, “An analysis on the unified theory of acceptance and use of technology theory (UTAUT): Acceptance of electronic document management system (EDMS),” *Computers in Human Behavior Reports*, vol. 2, p. 100032, Aug. 2020, doi: 10.1016/J.CHBR.2020.100032.

[15] S. P. Quintero Cordero, “Seguridad ciudadana y participación de las comunidades en América Latina,” *Revista Científica General José María Córdova*, vol. 18, no. 29, pp. 5–24, Jan. 2020, doi: 10.21830/19006586.561.

[16] A. Fermín and C. Acosta, “Participación comunitaria como estrategia para el desarrollo de la seguridad ciudadana en Venezuela,” *e-Revista Multidisciplinaria del Saber*, vol. 2, pp. 1–6, May 2024, doi: 10.61286/E-RMS.V2I.50.

[17] P. E. Yagual-Gonzabay and J. Luis Andrade-Vilela, “Participación Comunitaria y Seguridad Ciudadana en el Barrio 6 de Enero, 2022,” *593 Digital Publisher CEIT, ISSN-e 2588-0705, Vol. 8, Nº. 4, 2023 (Ejemplar dedicado a: Multidisciplinary), págs. 380-391*, vol. 8, no. 4, pp. 380–391, 2023, doi: 10.33386/593dp.2023.4.1944.

[18] J. D. OSÓRIO PINEROS, “Technocracy, disaster risk reduction and development: A critique of the Sendai Framework 2015-2030-,” *Revista Derecho del Estado*, no. 47, pp. 319–342, Dec. 2020, doi: 10.18601/01229893.N47.10.

[19] H. G. Torres and S. T. Díaz, “Las tecnologías de bajo costo y su contribución en la mejora de la seguridad ciudadana: alarmas comunitarias,” *Journal of Science and Research*, vol. 4, no. CIEIS2019, pp. 365–368, Dec. 2019, doi: 10.5281/zenodo.3594185.

[20] R. Yabes, “Community Participation Methods in Design and Planning: Henry Sanoff, John Wiley & Sons, New York, 2000, 306 pp.,” *Landsc. Urban Plan.*, vol. 50, no. 4, pp. 270–271, Aug. 2000, doi: 10.1016/S0169-2046(00)00063-3.

[21] J. I. Corrales Bonilla *et al.*, “Impacto de la implementación de sistemas de alarmas comunitarias con mando a distancia desarrolladas por la UTC La Maná en el cantón La Maná y sus zonas de influencia,” *RECIMUNDO*, vol. 8, no. Especial, pp. 61–73, Oct. 2024, doi: 10.26820/recimundo/8.(especial).octubre.2024.61-73.

[22] C. Zepeda, “Evaluación de políticas públicas de prevención del delito en Chile,” 2023, doi: 10.58011/E0AF-Y650.

[23] U. P. de Olavide and U. de Valencia, “Lex Social: Revista de Derechos Sociales.,” *Lex Social: Revista de Derechos Sociales*, vol. 14, no. 2, pp. 1–38, Oct. 2011, doi: 10.46661/LEXSOCIAL.11073.

[24] J. L. Gabella *et al.*, “Designing, development and validation of an app to reduce the response time of the emergency medical services,” *PLoS One*, vol. 19, no. 3, pp. 1–15, Mar. 2024, doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0299828,.

[25] C. A. Villanueva and T. D. Palaoag, “Android-Based Real-Time Road Accident Reporting Application,” *https://ieeexplore.ieee.org/*, pp. 285–288, Jan. 2022, doi: 10.1109/INCIT56086.2022.10067255.

[26] G. Tollin, M. Lidekrans, A. Fröberg, and E. Berglund, “React Native vs. Flutter: A performance comparison between cross-platform mobile application development frameworks,” 2023, Accessed: Jul. 20, 2025. [Online]. Available: https://reactnative.dev/

[27] Y. Cho, M. Shin, K. L. Man, and M. Kim, “SafeWitness: Crowdsensing-Based Geofencing Approach for Dynamic Disaster Risk Detection,” *Fractal and Fractional 2025, Vol. 9, Page 156*, vol. 9, no. 3, p. 156, Mar. 2025, doi: 10.3390/FRACTALFRACT9030156.

[28] L. Moroney, “Firebase Cloud Messaging,” *The Definitive Guide to Firebase*, pp. 163–188, 2017, doi: 10.1007/978-1-4842-2943-9_9.

[29] J. E. Martinez-Baquero and L. A. Rodríguez-Umaña, “Uso de aplicaciones móviles como herramienta de apoyo tecnológico para la enseñanza con metodología STEAM,” *Revista Politécnica*, vol. 18, no. 36, pp. 75–90, Sep. 2022, doi: 10.33571/RPOLITEC.V18N36A6.

[30] L. Lovrić, M. Fischer, N. Röderer, and A. Wünsch, “Evaluation of the Cross-Platform Framework Flutter Using the Example of a Cancer Counselling App”, doi: 10.5220/0011824500003476.

[31] P. Sekhar Emmanni, “Comparative Analysis of Angular, React, and Vue.js in Single Page Application Development,” *International Journal of Science and Research (IJSR)*, vol. 12, no. 6, pp. 2971–2974, Jun. 2023, doi: 10.21275/SR24401230015.

[32] J. Cincovic, S. Delcev, and D. Draskovic, “Architecture of web applications based on Angular Framework: A Case Study,” 2019.

[33] S. Tilkov and S. Vinoski, “Node.js: Using JavaScript to build high-performance network programs,” *IEEE Internet Comput.*, vol. 14, no. 6, pp. 80–83, Nov. 2010, doi: 10.1109/MIC.2010.145.

[34] S. M. Zhao, X. L. Xia, and J. J. Le, “A real-time web application solution based on node.js and websocket,” *Adv. Mat. Res.*, vol. 816–817, pp. 1111–1115, 2013, doi: 10.4028/AMR.816-817.1111.

[35] E. Zimányi, M. Sakr, and A. Lesuisse, “MobilityDB: A Mobility Database Based on PostgreSQL and PostGIS,” *ACM Transactions on Database Systems*, vol. 45, no. 4, Dec. 2020, doi: 10.1145/3406534.

[36] C. Alberto, R. Proaño, M. Renato, and M. T. Guachi, “Evaluación de rendimiento entre el estándar de mensajería MQTT y la plataforma Firebase a través de un prototipo, modelo de comunicación IoT.,” 2020, Accessed: Jul. 20, 2025. [Online]. Available: http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2751

[37] J. De, L. A. Ciudad, S. De Píllaro, K. Gabriela, and C. Guachi, “Sistema de alarma comunitaria para el mercado San Juan de la Ciudad de Santiago de Píllaro,” 2020, *Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera Ingeniería Electrónica y Comunicaciones*. [Online]. Available: https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30709

[38] L. A. Aldana and J. García Buitrago, “Sistema de alarma comunitaria controlada desde dispositivos móviles,” 2018. [Online]. Available: http://hdl.handle.net/11349/13424

# ANEXOS

## Anexo1. Análisis de aceptación de la aplicación móvil - modelo UTAUT

| Ítem | Dimensión | Promedio | Acuerdo (4 o 5) | Interpretación |
|---|---|---|---|---|
| ER1 | Expectativa de rendimiento | 4.42 | 90.32% | Muy alta aceptación |
| ER2 | Expectativa de rendimiento | 4.42 | 90.32% | Muy alta aceptación |
| ER3 | Expectativa de rendimiento | 4.23 | 77.42% | Muy alta aceptación |
| ER4 | Expectativa de rendimiento | 4.45 | 90.32% | Muy alta aceptación |
| ER5 | Expectativa de rendimiento | 4.39 | 90.32% | Muy alta aceptación |
| EE1 | Expectativa de esfuerzo | 4.23 | 80.65% | Muy alta aceptación |
| EE2 | Expectativa de esfuerzo | 4.26 | 80.65% | Muy alta aceptación |
| EE3 | Expectativa de esfuerzo | 4.26 | 83.87% | Muy alta aceptación |
| EE4 | Expectativa de esfuerzo | 4.13 | 83.87% | Alta aceptación |
| EE5 | Expectativa de esfuerzo | 4.26 | 80.65% | Muy alta aceptación |
| IS1 | Influencia social | 4.19 | 87.10% | Alta aceptación |
| IS2 | Influencia social | 4.39 | 90.32% | Muy alta aceptación |
| IS3 | Influencia social | 4.32 | 83.87% | Muy alta aceptación |
| IS4 | Influencia social | 4.29 | 87.10% | Muy alta aceptación |
| CF1 | Condiciones facilitadoras | 4.42 | 87.10% | Muy alta aceptación |
| CF2 | Condiciones facilitadoras | 4.23 | 80.65% | Muy alta aceptación |
| CF3 | Condiciones facilitadoras | 4.29 | 83.87% | Muy alta aceptación |
| CF4 | Condiciones facilitadoras | 4.45 | 90.32% | Muy alta aceptación |
| IU1 | Intención de uso | 4.35 | 90.32% | Muy alta aceptación |
| IU2 | Intención de uso | 4.26 | 83.87% | Muy alta aceptación |
| IU3 | Intención de uso | 4.45 | 90.32% | Muy alta aceptación |
| IU4 | Intención de uso | 4.32 | 90.32% | Muy alta aceptación |

| Dimensión | Promedio general | Acuerdo (4 o 5) | Nivel de aceptación |
|---|---|---|---|
| **Expectativa de rendimiento** | 4.38 | 87.74% | Muy alta aceptación |
| **Expectativa de esfuerzo** | 4.23 | 81.94% | Muy alta aceptación |
| **Influencia social** | 4.30 | 87.10% | Muy alta aceptación |
| **Condiciones facilitadoras** | 4.35 | 85.48% | Muy alta aceptación |
| **Intención de uso** | 4.35 | 88.71% | Muy alta aceptación |
| **Promedio global** | **4.32** | **86.07%** | **Muy alta aceptación** |