

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas Carrera de Software

MÓDULO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE COSTRUCCIONES PARA EL GAD DE SAN MIGUEL DE IBARRA BASADA EN UNA ARQUITECTURA DE API REST PARA DISPOSITIVOS MÓVILES ANDROID.

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero de Software
presentado ante la ilustre Universidad Técnica del Norte.

Autor:

Kevin Eduardo Olivo Revelo

Director:

PhD. Quiña Mera José Antonio

Ibarra – Ecuador

2025



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003163456		
APELLIDOS Y NOMBRES:	OLIVO REVELO KEVIN EDUARDO		
DIRECCIÓN:	IBARRA, CALLE URUGUAY Y AV. VICTOR MANUEL GUZMAN.		
EMAIL:	keduardwss@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	S/N	TELÉFONO MÓVIL:	0963250255

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	MÓDULO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CONSTRUCCIONES PARA EL GAD DE SAN MIGUEL DE IBARRA BASADA EN UNA ARQUITECTURA DE API REST PARA DISPOSITIVOS MÓVILES ANDROID.
AUTOR(ES):	OLIVO REVELO KEVIN EDUARDO
FECHA:	28/07/2025
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN SOFTWARE
DIRECTOR:	PhD. QUIÑA MERA JOSÉ ANTONIO
ASESOR 1:	PhD. CATHY PAMELA GUEVARA VEGA

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, 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 de parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días del mes de julio de 2025.

EL AUTOR:



ESTUDIANTE

Kevin Eduardo Olivo Revelo

CERTIFICACIÓN DE DIRECTOR

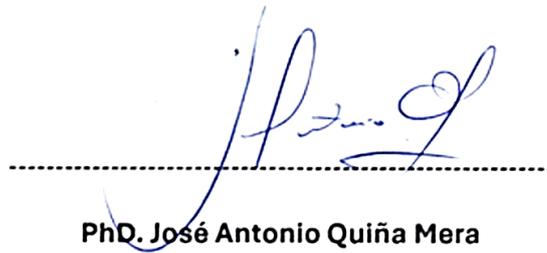
Ibarra, 28 de Julio de 2025

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Por medio de la presente, yo, PhD. QUIÑA MERA JOSÉ ANTONIO, certifico que el Sr. KEVIN EDUARDO OLIVO REVELO portador de la cédula de ciudadanía número 1003163456, ha trabajado en el desarrollo del proyecto de grado titulado: **“Módulo de supervisión y control de construcciones para el GAD de San Miguel de Ibarra basada en una arquitectura de API REST para dispositivos móviles Android”**, previo a la obtención del título de ingeniero de Software. El trabajo fue realizado con responsabilidad, compromiso y profesionalismo, cualidades que certifico con veracidad.

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'José Antonio Quiña Mera', is written over a horizontal dashed line. The signature is fluid and cursive.

PhD. José Antonio Quiña Mera

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi madre, Verónica Revelo, y a mi padre, Luis Olivo, cuyo amor y sacrificio han sido los pilares fundamentales de mi formación. Su apoyo incondicional y constante presencia en cada momento y circunstancia han sido una fuente de fortaleza y motivación. Gracias a su esfuerzo y dedicación, hoy puedo alcanzar esta meta, que representa el cierre de una etapa importante en mi vida y el inicio de nuevos desafíos.

Kevin Eduardo
Olivo Revelo

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer sinceramente a mi familia, por ser mi soporte durante todo este ciclo universitario. Este camino lleno de retos, fracasos y triunfos fue llevadero por el apoyo incondicional que me brindaron. A mi madre, Verónica Revelo, y a mi padre, Luis Olivo, muchas gracias por estar siempre presentes con sus valiosos consejos y su aliento en los momentos en que necesitaba guía y comprensión.

Agradezco también a la prestigiosa Universidad Técnica del Norte por brindarme la oportunidad de estudiar la carrera de Ingeniería de Software, una disciplina que aprendí a apreciar a lo largo de mi trayectoria académica. Mi gratitud se extiende a todos los docentes que compartieron sus conocimientos conmigo y que, con dedicación, contribuyeron a mi formación profesional como ingeniero.

En especial, quiero expresar mi reconocimiento y aprecio al PhD. Antonio Quiña, mi director de tesis, por su paciencia y orientación durante el desarrollo de este proyecto. Su guía fue clave para terminar a buen término esta importante etapa.

Kevin Eduardo
Olivo Revelo

RESUMEN

El trabajo desarrollado se conforma por tres apartados, presentando todo el proceso ejecutado en el Trabajo de Grado: “MÓDULO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CONSTRUCCIONES PARA EL GAD DE SAN MIGUEL DE IBARRA BASADA EN UNA ARQUITECTURA DE API REST PARA DISPOSITIVOS MÓVILES ANDROID.”

En la primera parte se encuentra los antecedentes del proyecto, su objetivo general y específico, además de su alcance, y justificación.

En el primer capítulo, el marco teórico, se establecen los fundamentos clave del proceso de control de construcciones, considerando su base normativa y legal en la que se apoya el Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Ibarra. Asimismo, se expone la situación actual de las herramientas tecnológicas empleadas a lo largo de este proceso de desarrollo.

En el segundo capítulo, se exponen las planificaciones correspondientes y se introduce la metodología Scrum como parte del desarrollo de la aplicación. También se describe y define la arquitectura tecnológica del proyecto. Se establecen las planificaciones para cada Sprint en base al levantamiento de requisitos y se detallan los resultados obtenidos tras cada revisión. Finalmente, se culmina con la entrega del software funcional, implementado en el entorno de producción del GAD Ibarra.

En el tercer capítulo, se lleva a cabo el análisis de los resultados y su correspondiente interpretación. Las métricas y variables para evaluar se definieron de acuerdo con los estándares de calidad establecidos por la norma ISO/IEC 25022. Para medir la satisfacción, eficacia y eficiencia, se analizaron los resultados obtenidos de un taller práctico sobre el uso de la aplicación y de una encuesta SUS (System Usability Scale) aplicada a los usuarios finales.

Palabras clave: control de construcciones, API REST, SUS, Flutter, Scrum, dispositivos móviles.

ABSTRACT

The work developed is structured into three sections, presenting the entire process carried out in the Degree Project: "INSPECTION AND CONSTRUCTION CONTROL MODULE FOR THE GAD OF SAN MIGUEL DE IBARRA BASED ON A REST API ARCHITECTURE FOR ANDROID MOBILE DEVICES."

In the first section, the project background is presented, along with its general and specific objectives, as well as its scope and justification.

In the first chapter, the theoretical framework establishes the key principles of the construction control process, considering the normative and legal foundations that support the Decentralized Autonomous Government of San Miguel de Ibarra. Additionally, the current state of the technological tools used throughout this development process is discussed.

In the second chapter, the corresponding planning is presented, and the Scrum methodology is introduced as part of the application development. The technological architecture of the project is also described and defined. Planning for each Sprint is established based on the gathering requirements, and the results obtained after each review are detailed. Finally, it concludes with the delivery of the functional software, implemented in the GAD Ibarra's production environment.

In the third chapter, the results are analyzed, and their corresponding interpretation is carried out. The metrics and variables to be evaluated were defined in accordance with the quality standards established by the ISO/IEC 25022 standard. To measure satisfaction, effectiveness, and efficiency, the results obtained from a practical workshop on the use of the application and a SUS (System Usability Scale) survey applied to the end users were analyzed.

Keywords: construction control, API REST, SUS, Flutter, Scrum, mobile platforms.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
TABLA DE CONTENIDOS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
INTRODUCCIÓN	1
Tema	1
Problema	1
Planteamiento del Problema	1
Objetivos	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
Alcance	3
Metodología	7
Justificación	9
CAPÍTULO 1	11
Marco Teórico	11
1.1. Antecedentes acerca del control de Construcciones	11
1.1.1. Normativas y regulaciones	13
1.1.2. Procesos de inspección y control basados en software	14
1.2. Conceptualización Tecnológica	14
1.2.1. Aplicaciones Móviles en Android	14
1.2.2. Ciclos de desarrollo de Software	15
1.2.3. Interfaz de Programación de Aplicaciones (API)	16
1.2.4. Arquitectura Cliente-Servidor	16

1.2.5	API REST	16
1.3.	Herramientas de Desarrollo	17
1.3.1.	Flutter	17
1.4.	Backend	20
1.4.1.	PHP	20
1.4.2.	Laravel	21
1.4.3.	PostgreSQL	21
1.4.4.	Docker	22
1.5.	Metodologías y Estándares	23
1.5.1.	Metodología Ágil Scrum	23
1.5.2.	Estándar ISO/IEC 25000, SQuaRE (System and Software Quality Requirements and Evaluation)	27
CAPÍTULO 2	30
Desarrollo del proyecto	30
2.1.	Definición	31
2.1.1.	Equipo Scrum	31
2.1.2.	Levantamiento de requisitos iniciales.	31
2.1.3.	Product Backlog	51
2.2.	Planificación – Sprint 0	53
2.3.	Incremento del producto	55
2.3.1.	Arquitectura tecnológica	55
2.3.2.	Base de datos - Esquema	56
2.3.3.	Diagrama de procesos de la aplicación.	57
2.4.	Desarrollo del módulo de supervisión y control de construcción	61
2.4.1.	Número de Sprint: 1	62
2.4.2.	Número de Sprint: 2	67
2.4.3.	Número de Sprint: 3	72
2.4.4.	Número de Sprint: 4	77
2.4.5.	Número de Sprint: 5	86

2.4.6.	Número de Sprint: 6	91
2.4.7.	Número de Sprint: 7	100
2.4.8.	Número de Sprint: 8	111
2.4.9.	Número de Sprint: 9	119
2.5.	Implementación y Entrega del Proyecto	121
2.5.1.	Número de Sprint: 10	121
2.5.2.	Despliegue en el ambiente de producción	122
2.5.3.	Entrega del Proyecto	127
3.	CAPÍTULO 3	129
	Validación de resultados	129
3.1.	Modelo de Calidad en Uso – Definición	129
3.2.	Medición del modelo de la calidad en uso	130
3.3.	Taller práctico	131
3.3.1.	Diseño del taller.....	131
3.3.2.	Ejecución del taller	132
3.4.	Encuesta SUS	133
3.4.1.	Diseño de la Encuesta SUS	134
3.4.2.	Ejecución de la encuesta.....	135
3.4.3.	Observaciones de la encuesta.	135
3.5.	Evaluación del Modelo de Calidad en Uso	135
3.5.1.	Eficacia.....	135
3.5.2.	Eficiencia.....	136
3.5.3.	Satisfacción.....	138
3.6.	Modelo de calidad de uso – Resultados	142
	CONCLUSIONES	145
	RECOMENDACIONES	147
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	148
	BIBLIOGRAFÍA	149

ANEXOS	154
ANEXO A. Manual técnico del módulo de supervisión y control de construcciones	154
ANEXO B. Manual de usuario de la aplicación	154
ANEXO D. Taller práctico	155
ANEXO E. Instrucciones taller práctico.....	158
ANEXO F. Tabulación de taller práctico.	164
ANEXO G. Tabulación de encuesta SUS.	165

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Árbol de Problemas	2
Figura 2	Proceso de desarrollo del módulo	4
Figura 3	Arquitectura del proyecto.....	6
Figura 4	Diagrama de la metodología de trabajo.....	9
Figura 5	Capas Arquitectónicas de Flutter.....	18
Figura 6	Arquitectura cliente-servidor de Docker.....	22
Figura 7	Ciclo de vida Scrum.....	24
Figura 8	Desarrollo del capítulo 2	30
Figura 9	Arquitectura tecnológica	55
Figura 10	Esquema de la base de datos	56
Figura 11	Diagrama de procesos del módulo de supervisión y control de construcciones para dispositivos Android.....	57
Figura 12	Diagrama de procesos de Inspección de control de construcciones	58
Figura 13	Diagrama subproceso de inspección de varios trabajos.....	58
Figura 14	Diagrama subproceso de definición de etapas y viviendas	59
Figura 15	Diagrama subproceso de actividades de inspección	60
Figura 16	Pantalla de autenticación de usuarios	65
Figura 17	Pantalla de selección de módulo de supervisión de control de construcciones.....	65
Figura 18	Pantalla de búsqueda de predios	66
Figura 19	Pantalla de vista posterior a la consulta de predios mediante número de cédula del propietario <i>Nota:</i> Elaboración propia.	66
Figura 20	Pantalla de consulta de predios mediante mapa <i>Nota:</i> Elaboración propia.	70
Figura 21	Pantalla de vista de la información consultada previa selección de predio en el mapa.....	70
Figura 22	Verificación de duplicidad de inspección <i>Nota:</i> Elaboración propia.	71

Figura 23	Pantalla de vista de detalle de inmueble	71
Figura 24	Pantalla de consulta de inspecciones realizadas por rango de fecha <i>Nota:</i> Elaboración propia.....	75
Figura 25	Notificación de validación de inspecciones consultadas.....	75
Figura 26	Pantalla de registro de disposición de inspección	76
Figura 27	Cuadro de confirmación de disponibilidad de permisos.....	80
Figura 28	Pantalla de registro de inexistencia de permisos.....	80
Figura 29	Pantalla de registro de permisos	81
Figura 30	Cuadro de confirmación de disponibilidad de planos arquitectónicos y estructurales	82
Figura 31	Pantalla de registro de inexistencia de planos arquitectónicos y estructurales	82
Figura 32	Pantalla de registro de disposición de inspección	83
Figura 33	Pantalla de registro de incumplimiento en revisión de planos arquitectónicos	84
Figura 34	Pantalla de registro de incrementos de área y número de losas en revisión de planos arquitectónicos.....	85
Figura 35	Pantalla de registro de revisión de planos estructurales.....	88
Figura 36	Pantalla de registro de incumplimiento en la aprobación de planos estructurales.....	89
Figura 37	Pantalla de registro de permisos	89
Figura 38	Pantalla de registro de revisión de rótulo.....	90
Figura 39	Pantalla de registro de definición de etapas y viviendas <i>Nota:</i> Elaboración propia.....	94
Figura 40	Pantalla de registro de número de losas por vivienda	95
Figura 41	Pantalla de control de etapas	96
Figura 42	Pantalla de control e inspección de viviendas	96
Figura 43	Pantalla de menú de actividades de inspección	97
Figura 44	Pantalla de revisión de pisos	98
Figura 45	Pantalla de registro de revisión de columnas	98

Figura 46	Pantalla de registro de revisión de vigas	99
Figura 47	Pantalla de registro de revisión de losas <i>Nota: Elaboración propia</i>	99
Figura 48	Pantalla de registro de revisión de alturas.....	103
Figura 49	Pantalla de registro de incremento de altura en la edificación.....	104
Figura 50	Pantalla de menú de opciones para la revisión de retiros y voladizos	105
Figura 51	Pantalla de menú de opciones para la revisión de retiros	105
Figura 52	Pantalla de registro de revisión de retiro lateral.....	106
Figura 53	Pantalla de registro de revisión de retiro lateral en caso de incumplimiento.....	106
Figura 54	Pantalla de registro de revisión de retiro posterior	107
Figura 55	Pantalla de registro de revisión de retiro posterior en caso de incumplimiento.....	107
Figura 56	Pantalla de registro de revisión de retiro frontal	108
Figura 57	Pantalla de registro de revisión de retiro frontal en caso de incumplimiento.....	108
Figura 58	Pantalla de registro de revisión de voladizos.....	109
Figura 59	Pantalla de registro de revisión de voladizos en caso de incumplimiento.....	110
Figura 60	Pantalla de registro de revisión de normas de seguridad	114
Figura 61	Pantalla de registro de incumplimiento de revisión de normas de seguridad.....	115
Figura 62	Pantalla de menú de opciones para la revisión de uso de vía pública	115
Figura 63	Pantalla de registro de revisión de cerramiento.....	116
Figura 64	Pantalla de registro de revisión de calzada y vereda.....	116
Figura 65	Pantalla de registro de revisión de calzada y vereda en caso de incumplimiento.....	117
Figura 66	Pantalla de registro de revisión de arrojo de escombros	118
Figura 67	Pantalla de registro de revisión de arrojo de escombros en caso de incumplimiento.....	118

Figura 68	Configuraciones en el archivo .env.....	123
Figura 69	Configuración del archivo Dockerfile	124
Figura 70	Servicios REST desplegados en el backend	125
Figura 71	Principales configuraciones en el archivo AndroidManifest.xml	126
Figura 72	Acta de entrega y recepción de proyecto	128
Figura 73	Estructura del capítulo 3	129
Figura 74	Escala de medición ISO/IEC	144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Funcionalidades del módulo de supervisión y control de construcciones.....	4
Tabla 2	Métricas del modelo de calidad de uso.....	28
Tabla 3	Roles involucrados en el proyecto.....	31
Tabla 4	Historia de usuario 1.....	31
Tabla 5	Historia de usuario 2.....	32
Tabla 6	Historia de usuario 3.....	33
Tabla 7	Historia de usuario 4.....	34
Tabla 8	Historia de usuario 5.....	35
Tabla 9	Historia de usuario 6.....	36
Tabla 10	Historia de usuario 7.....	37
Tabla 11	Historia de usuario 8.....	37
Tabla 12	Historia de usuario 9.....	38
Tabla 13	Historia de usuario 10.....	39
Tabla 14	Historia de usuario 11.....	41
Tabla 15	Historia de usuario 12.....	42
Tabla 16	Historia de usuario 13.....	42
Tabla 17	Historia de usuario 14.....	43
Tabla 18	Historia de usuario 15.....	45
Tabla 19	Historia de usuario 16.....	46
Tabla 20	Historia de usuario 17.....	47
Tabla 21	Historia de usuario 18.....	48
Tabla 22	Historia de usuario 19.....	49
Tabla 23	Historia de usuario 20.....	49
Tabla 24	Historia de usuario 21.....	50
Tabla 25	Product Backlog.....	51

Tabla 26	Reuniones de planificación y definición de los Sprints.....	53
Tabla 27	Sprint 0 - Planificación y definición	54
Tabla 28	Resumen Sprints	61
Tabla 29	Sprint Backlog - Sprint 1	62
Tabla 30	Pruebas de aceptación Sprint 1	63
Tabla 31	Plan de mejora Sprint 1	67
Tabla 32	Sprint Backlog - Sprint 2	68
Tabla 33	Pruebas de aceptación Sprint 2.....	69
Tabla 34	Plan de mejora Sprint 2	72
Tabla 35	Sprint Backlog - Sprint 3	72
Tabla 36	Pruebas de aceptación Sprint 3.....	74
Tabla 37	Plan de mejora Sprint 3	76
Tabla 38	Sprint Backlog - Sprint 4	78
Tabla 39	Pruebas de aceptación Sprint 4.....	79
Tabla 40	Plan de mejora Sprint 4	85
Tabla 41	Sprint Backlog - Sprint 5	86
Tabla 42	Pruebas de aceptación Sprint 5.....	87
Tabla 43	Plan de mejora Sprint 5	91
Tabla 44	Sprint Backlog - Sprint 6	91
Tabla 45	Pruebas de aceptación Sprint 6.....	93
Tabla 46	Plan de mejora Sprint 6	100
Tabla 47	Sprint Backlog - Sprint 7	101
Tabla 48	Pruebas de aceptación Sprint 7.....	102
Tabla 49	Plan de mejora Sprint 7	110
Tabla 50	Sprint Backlog - Sprint 8	111
Tabla 51	Pruebas de aceptación Sprint 8.....	113
Tabla 52	Plan de mejora Sprint 8	119

Tabla 53	Sprint Backlog - Sprint 9	119
Tabla 54	Pruebas de aceptación Sprint 9	120
Tabla 55	Plan de mejora Sprint 9	121
Tabla 56	Sprint Backlog – Sprint 10	122
Tabla 57	Definición del modelo de calidad en uso.....	130
Tabla 58	Objetivos del taller práctico	131
Tabla 59	Peso de respuestas	138
Tabla 60	Resultados SUS - utilidad	139
Tabla 61	Categorías de escalas invertidas	140
Tabla 62	Frecuencia de escalas seleccionadas para las preguntas 2, 4, 8, 10	140
Tabla 63	141
Tabla 64	Tabla de resultados del modelo de medición.....	143

INTRODUCCIÓN

Tema

Módulo de supervisión y control de construcciones del GAD de San Miguel de Ibarra para dispositivos Android basada en una arquitectura API Rest.

Problema

Planteamiento del Problema

La falta de implementación de tecnologías de la información en las organizaciones públicas que manejan grandes datos e información a diario puede ocasionar procesos lentos y burocráticos, que por consecuencia serán ineficientes (Terlizzi, 2021). Por lo tanto, se puede inferir que la utilización de artefactos físicos conlleva un alto coste de tiempo referente a las transacciones que involucran a los usuarios y empresa.

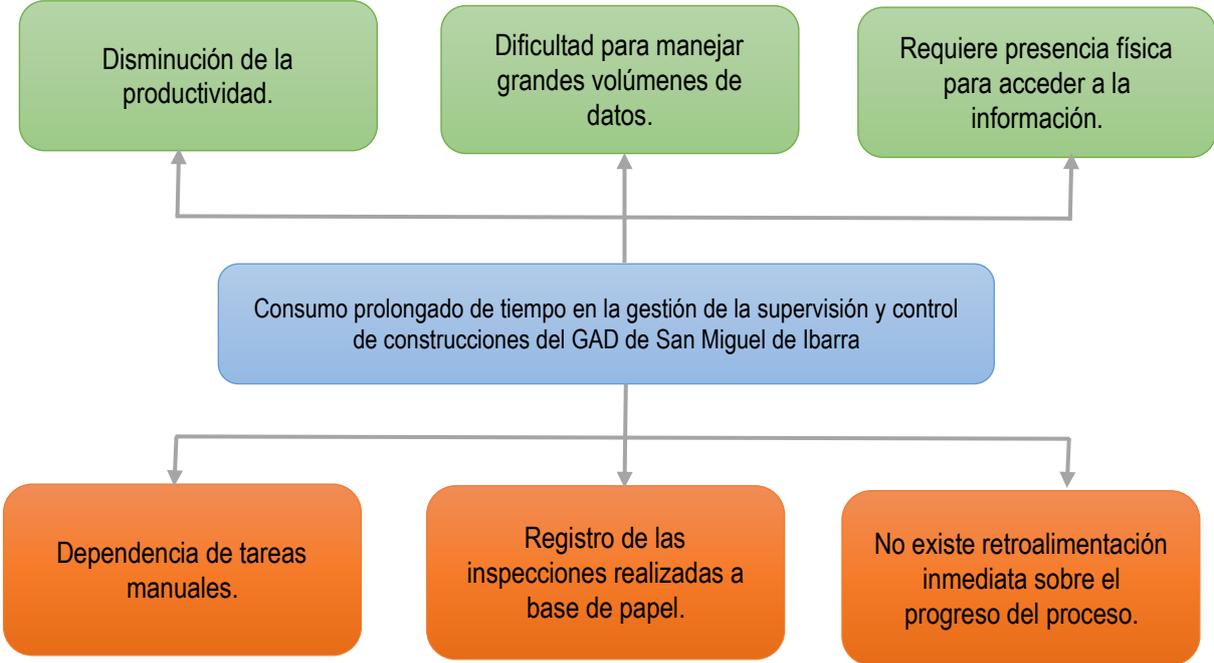
Dentro del contexto ecuatoriano, en las entidades públicas todavía se presenta la ejecución de procedimientos manuales para la gestión de documentos; tal es el caso de la alcaldía de Babahoyo, donde (Valarezo Prieto, 2023, pág. 3) en su análisis de la digitalización de los procesos de contratación pública, denota, "...la falta de habilidades tecnológicas y de recursos de conservación de archivos imposibilita desarrollar una gestión de digitalización idónea entre áreas."

Con base en lo anterior se analizó que el Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra tiene bajo su gestión todavía procesos que no han sido automatizados, dado es el caso del proceso de supervisión y control de construcciones que consta de "...inspecciones para poder controlar, resolver y sancionar el incumplimiento de las ordenanzas a la planificación y ordenamiento territorial del cantón para evitar que se infrinja con las normativas establecidas y demás exposiciones legales..." (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal SAN MIGUEL IBARRA, 2023, pág. 4). , donde el control de la información se ha estado recopilando de manera manual en documentos físicos los cuales pueden sufrir deterioros con el paso del tiempo, esta información a su vez puede ser susceptible a ser extraviada o de difícil accesibilidad.

Por lo tanto, las consecuencias a dichos problemas mencionados provocan que la agilidad se vea reducida en cuanto a la gestión para realizar las inspecciones necesarias y emisión de sanciones, incumplimiento de cronogramas establecidos, dificultad de acceso a la información dado que documentos importantes pueden estar en diferentes ubicaciones físicas, además de hacer un uso ineficiente de los recursos.

Figura 1

Árbol de Problemas



Nota: Elaboración propia.

Objetivos

Objetivo General.

Desarrollar una aplicación móvil para la supervisión y control de construcciones del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Ibarra, y evaluar su calidad en uso con el estándar ISO/IEC 25022.

Objetivos Específicos

- Elaborar un marco teórico del proceso de supervisión y control de construcciones y las tecnologías a implementar.

- Desarrollar una aplicación móvil compatible con dispositivos Android a través del framework de Flutter para el módulo de supervisión y control de construcciones mediante la metodología ágil Scrum.
- Evaluar la satisfacción del usuario, así como la eficiencia y eficacia del software mediante métricas de calidad en uso conforme al estándar ISO/IEC 25022.

Alcance

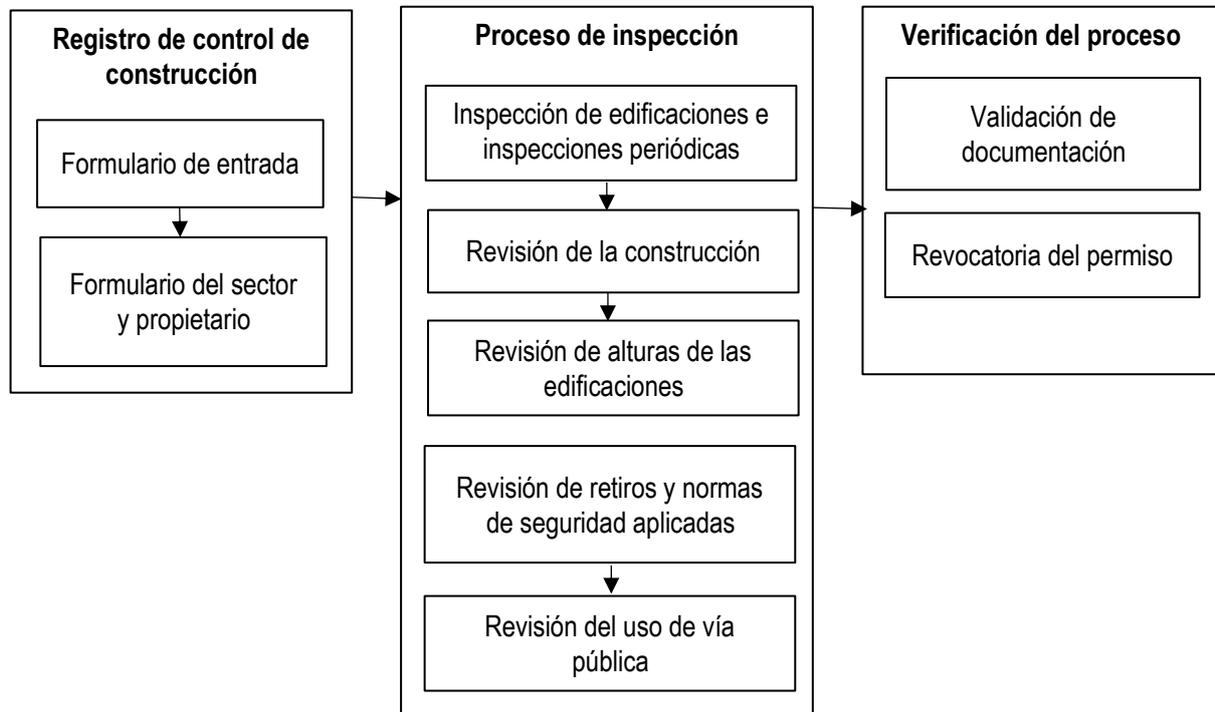
El presente proyecto busca desarrollar una aplicación móvil compatible con dispositivos Android que permita automatizar el proceso de supervisión y control de construcción para el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Ibarra.

La plataforma contendrá formularios diseñados para registrar y dar seguimiento a los datos recopilados durante el proceso. Estos formularios abarcarán información diversa, como el sector en el que se llevará a cabo la inspección de la construcción y los detalles del propietario. Además, se incluirá un procedimiento de registro de inspecciones que engloba tanto la revisión de edificaciones como inspecciones periódicas. Esto implica la evaluación de la construcción en sí, la comprobación de la conformidad de las edificaciones, la verificación de los retiros y la aplicación de normas de seguridad, así como el análisis del uso de la vía pública.

La última etapa consistirá en asegurar que la documentación de todo el proceso de inspección se halle correcta y satisfactoria de acuerdo con las normativas y ordenanzas vigentes referente al control de construcciones en predios urbanos del cantón Ibarra. En caso contrario, se contempla la posibilidad de revocar el permiso de construcción. Ver la Figura. 2

Figura 2

Proceso de desarrollo del módulo



Nota: Elaboración propia.

Tabla 1

Funcionalidades del módulo de supervisión y control de construcciones.

Sección	Funcionalidades	Descripción
Registro de control de construcción	Registro de entrada con los datos del inspector.	Establecer el encargado de la inspección.
	Registro del sector y del propietario de la construcción.	Registrar la propiedad a la cual se le dará inspección, el sector y datos del propietario.
Revisión de la construcción	Registrar resultados previos a la revisión de rótulos y planos arquitectónicos.	Se definen preguntas para realizar la validación de la inspección.
	Emisión de sanciones.	Registrar sanción en caso de no cumplir con los requisitos.

Revisión de alturas de las edificaciones	Registrar resultados de la inspección tomando en cuenta el incremento de pisos y la verificación de materiales de construcción que atenten contra la imagen y ornato de la ciudad.	Se definen preguntas para realizar la validación de la inspección.
	Emisión de sanciones.	Registrar sanción en caso de no cumplir con los requisitos.
Revisión de retiros	Registrar resultados de la revisión de retiros en construcción de retiros de tipos: posterior, frontal, frontal en zona de comercio y voladizos.	Se definen preguntas para realizar la validación de la inspección.
	Emisión de sanciones.	Registrar sanción en caso de no cumplir con los requisitos.
Normas de seguridad aplicada	Registrar los resultados de las normas de seguridad aplicadas en edificaciones de hasta 3 pisos y mayores a 3 pisos.	Se definen preguntas para realizar la validación de la inspección.
	Emisión de sanciones.	Registrar sanción en caso de no cumplir con los requisitos.
Uso de vía pública	Registrar resultados de la revisión del uso de vía, roturas de calzada y vereda, arrojo de escombros y/o materiales/ obstáculos en la vía pública.	Se definen preguntas para realizar la validación de la inspección.
	Emisión de sanciones.	Registrar sanción en caso de no cumplir con los requisitos.
Revocatoria del permiso	Registrar solicitud de revocatoria del permiso.	Establecer la necesidad de una revocatoria de permisos adjunto con observaciones.

Revisión de documentación		Registrar información de la obra y el propietario.	CRUD de los datos del propietario.
----------------------------------	--	--	------------------------------------

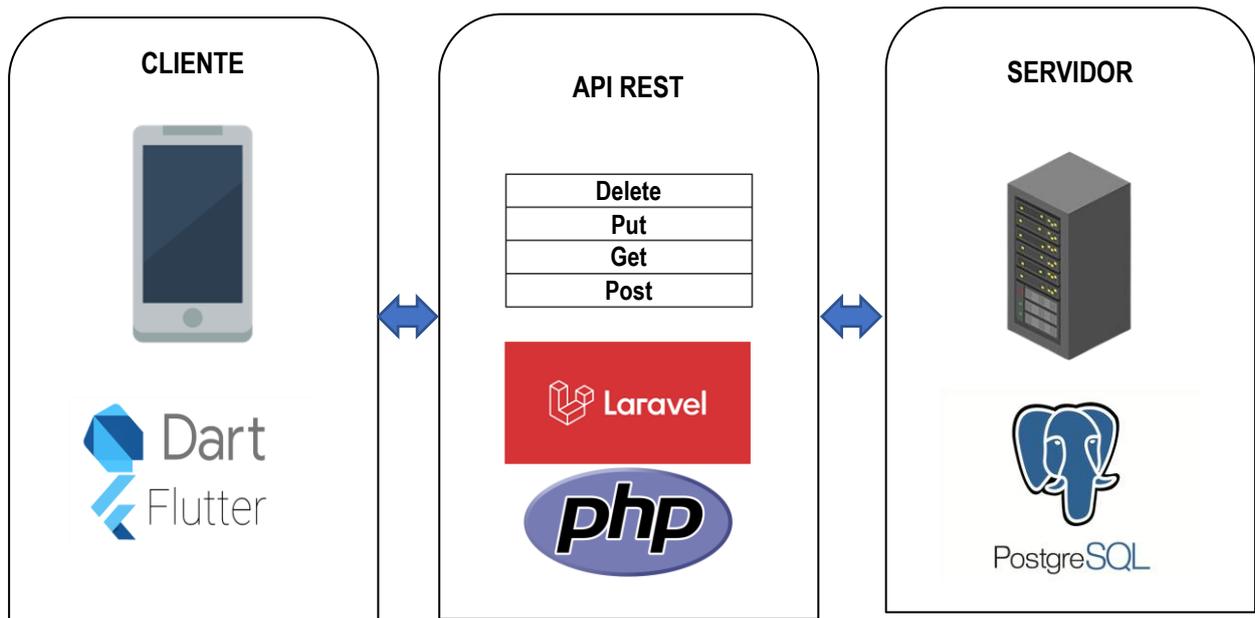
En el desarrollo de esta aplicación móvil se utilizará Flutter Flow, esta herramienta es un generador de código que permite crear aplicaciones móviles nativas de manera más rápida que el desarrollo tradicional, esto gracias a su interfaz sencilla de arrastrar y soltar componentes (FlutterFlow, 2023), sin embargo, en casos específicos de desarrollo que requieran una atención técnica mucho más compleja, se tendrá como herramienta de trabajo al Framework de Flutter, que permite una mayor flexibilidad en su entorno de desarrollo, facilita la revisión de cambios en tiempo real y depuración (Flutter, 2023).

Mediante el framework de Laravel se realizará la creación de endpoints utilizando el modelo, vista, controlador, esto facilitará la funcionalidad, mantenibilidad y escalabilidad del sistema de forma sencilla.

Cabe mencionar que el desarrollo se llevará acabo hasta generar el archivo APK por lo que se asegurará la instalación en dispositivos Android y su correcto funcionamiento.

Figura 3

Arquitectura del proyecto



Nota: Elaboración propia.

Para la culminación del proyecto presente se evaluará el software bajo el marco de trabajo de calidad en uso basado en la ISO/IEC 25022, la cual nos proporcionará pautas y criterios para medir la calidad de la aplicación móvil desde la perspectiva del usuario. En este caso específicamente, se llevará a cabo una valoración de la satisfacción del usuario en términos de usabilidad, así como la efectividad y la eficiencia del software.

Metodología

Para cumplir con el objetivo específico número uno se hará uso principalmente de 3 bases de datos bibliográficas: e-libro, Scopus y ScienceDirect; además, se indagará en estatutos, ordenanzas y leyes referentes a la arquitectura y urbanismo correspondientes a la normativa actual para el cantón Ibarra; en base a lo anterior se realizará una investigación sistemática de la literatura aplicando las recomendaciones de (Benet Rodríguez et al., 2015) las cuales consisten en: planificación de la revisión; desarrollo de la revisión; escribir el tema revisado.

Para cumplir con el objetivo específico número dos se hará uso de la metodología ágil Scrum la cual tiene 5 fases como menciona (Trigás Gallego, 2012): La fase de Inicio que es en donde se plantean los objetivos generales y específicos

del proyecto a nivel macro; la fase de planificación y estimación nos permite realizar la asignación de tareas y estimaciones de tiempos de entrega para crear una lista ordenada de todo lo que se requiere hacer según su prioridad; la fase de implementación debe cumplir con los procesos de crear entregables, realizar reuniones diarias y refinamiento del backlog; La fase de revisión y retrospectiva busca hacer una revisión de las tareas realizadas por el equipo y evaluar su rendimiento; la fase de lanzamiento que consiste únicamente en enviar los entregables.

La aplicación hará uso del proceso de supervisión y control de construcciones ya levantado por parte del GAD de Ibarra y llevará a cabo una arquitectura descentralizada; se ha optado por la implementación de un enfoque RESTful el cual se logrará mediante la creación de API's Rest utilizando el framework de Laravel, PHP y PostgreSQL para el backend. La principal ventaja de esto es que se garantizará una integración efectiva de la arquitectura, y a su vez asegurará una interacción fluida y gestión eficiente de la información almacenada en la base de datos (Chen et al., 2017).

Para el desarrollo del frontend, se utilizará el framework de Flutter para la creación de interfaces y el lenguaje de programación Dart, que será el responsable de implementar la lógica de negocio de la aplicación.

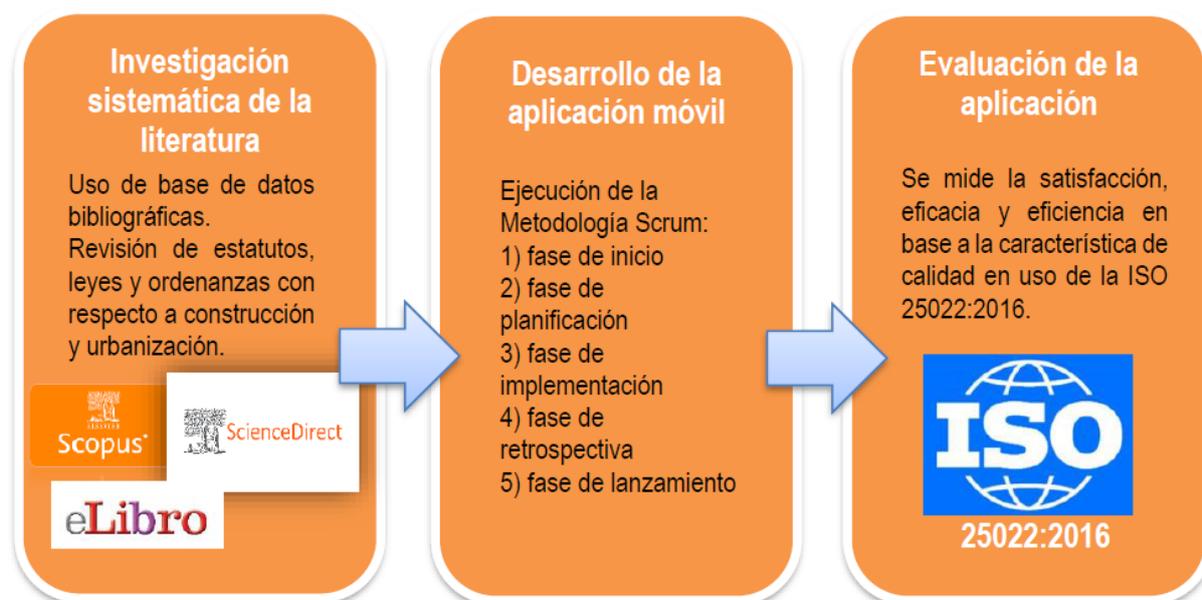
Para cumplir con el objetivo específico número tres, se realizará la medición de la calidad en uso basándonos en la ISO/IEC 25022. De acuerdo con este estándar, al evaluar la característica de satisfacción, se tomarán en cuenta los aspectos de funcionalidad relacionados al cumplimiento de requisitos, utilidad, y la confianza en la experiencia de uso de la aplicación móvil. En cuanto a la característica de eficacia, se considerará la completitud de tareas, el logro de objetivos y la identificación de errores durante la ejecución de las tareas. Por su parte, la eficiencia contemplará los siguientes parámetros: velocidad con la que los usuarios realizan tareas y el tiempo total requerido para finalizar los procesos. Se utilizarán dos instrumentos de recopilación de datos para obtener los elementos de las métricas. El primero consistirá en un taller práctico para recolectar datos sobre la eficiencia y la eficacia en cuanto a la calidad de uso. Por su parte el segundo método utilizará una encuesta SUS para medir la satisfacción del usuario, la cual consta de 10 preguntas estandarizadas y diseñadas para evaluar por medio de una escala de 5 puntos que van desde "Totalmente de acuerdo" hasta "Totalmente en desacuerdo" (Brooke, 2020). Esta

estrategia de evaluación empírica se alinea con las prácticas más comunes en la ingeniería de software, donde los estudios de caso y las encuestas son ampliamente utilizados para validar la calidad y el desempeño de productos de software. Según (Guevara Vega et al., 2021), estas estrategias permiten estructurar la investigación desde una perspectiva científica, aumentando la confiabilidad de los resultados y fortaleciendo la toma de decisiones basada en evidencia.

A continuación, en la figura 4, se presenta el diagrama de la metodología para el presente proyecto:

Figura 4

Diagrama de la metodología de trabajo.



Nota: Elaboración propia.

Justificación

El módulo planteado tiene como enfoque apoyar el objetivo N.º 9 (construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación) de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):

Impulsar de manera significativa la adopción de tecnología en el ámbito de la gestión pública, especialmente en los países en desarrollo. Logrando la promoción de

la innovación y el aumento considerable de la diversificación industrial, para el año 2030, tanto del número de personas dedicadas a la investigación y desarrollo por cada millón de habitantes, como de los recursos destinados a la investigación y desarrollo por parte de los sectores público y privado (Naciones Unidas, 2018).

Justificación Institucional

Con el presente proyecto se promueve el artículo 9 del Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos, en donde se toma a consideración los siguientes principios y valores: Eficiencia. – Lograr los objetivos propuestos optimizando el uso de los recursos disponibles.

Eficacia. – Cumplir las funciones asignadas con calidad y calidez, mejorando tiempos de recursos, implementando sistemas de información, evaluación y control de resultados.

Calidad. – Prestancia de actividades solicitadas referidas a la satisfacción de la ciudadanía, (Castillo Aguirre, 2018).

Justificación Tecnológica

Considerando que todavía se utilizan procesos manuales dentro de la municipalidad de Ibarra, el desarrollo del software propuesto dará un impacto positivo al fortalecer y automatizar las distintas fases que conforma la supervisión y control de construcciones. Específicamente, se enfocará en agilizar la gestión, garantizando el cumplimiento de tareas administrativas y el seguimiento de sanciones. Esta herramienta será de gran utilidad al optimizar el tiempo de cumplimiento de ordenanzas referentes a planificación y ordenamiento territorial del cantón.

CAPÍTULO 1

Marco Teórico

En este capítulo se presenta la fundamentación teórica del proyecto, abordando los conceptos clave relacionados con la supervisión y control de construcciones, así como las tecnologías involucradas. Se comenzará definiendo los principios fundamentales y normativas aplicables en el contexto del GAD de San Miguel de Ibarra.

Asimismo, se explorarán las herramientas tecnológicas esenciales para el desarrollo del sistema, con énfasis en la arquitectura API REST y su integración en dispositivos móviles Android. Finalmente, se destacarán las ventajas de estas tecnologías en la implementación de soluciones móviles para la supervisión eficiente de obras.

1.1. Antecedentes acerca del control de Construcciones

La supervisión y control de construcciones son actividades fundamentales en el proceso de edificación, cuyo objetivo principal es garantizar que las construcciones cumplan con las normativas técnicas, de seguridad y urbanísticas establecidas por las autoridades locales y nacionales. Estas tareas aseguran que cada etapa de la obra se desarrolle conforme a los planos y permisos previamente aprobados. Además, busca fomentar una cultura de cumplimiento normativo mediante inspecciones rigurosas y sanciones en caso de incumplimiento, (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2019).

En el contexto del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de San Miguel de Ibarra, el proceso de control está dirigido en asegurar que los habitantes respeten las normativas urbanísticas locales. Esto, con la finalidad de regular el crecimiento urbano de manera ordenada, protegiendo los derechos de los ciudadanos y promoviendo el desarrollo equitativo y sostenible del territorio, (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra, 2018).

Revisión de Aspectos Clave en el proceso de Control de Construcciones

En el control de construcciones del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de San Miguel de Ibarra, es fundamental realizar una serie de inspecciones que aseguren el cumplimiento de las normativas vigentes. Estas inspecciones incluyen tanto la inspección general de obras como la inspección de trabajos varios, según el tamaño y tipo de construcción. Cada una tiene un enfoque diferente en cuanto a los aspectos revisados:

El proceso general de la supervisión y control de construcciones abarca la verificación de toda la documentación requerida, como planos y permisos, estos deben estar vigentes y debidamente aprobados. Así mismo, se realiza la revisión de los aspectos clave de las edificaciones, como los pisos, alturas, retiros, y el cumplimiento de las normas de seguridad. Además, se controla que las obras no afecten el uso adecuado de la vía pública, garantizando que no interfieran con el tránsito, (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra, 2014).

Es importante destacar que, en la inspección de trabajos varios, solo cubre construcciones de hasta 20 m², no se realiza la revisión de planos arquitectónicos y estructurales, ya que su enfoque está en garantizar la conformidad con los aspectos de seguridad y el uso del espacio público, (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ibarra, 2016).

Las inspecciones de control de construcciones en el GAD de San Miguel de Ibarra se llevan a cabo mediante un proceso que utiliza instrumentos físicos, como formularios impresos y registros en papel, para la revisión y validación de los documentos necesarios, tales como planos arquitectónicos, estructurales y permisos de construcción. Estos documentos son presentados de manera física por los propietarios o constructores y revisados manualmente por los inspectores durante las visitas de campo, (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra, 2014).

Considerando la situación actual del proceso, se pretende adaptarlo a uno que pueda simplificar las revisiones que se realizan en la inspección de control de construcciones, tomando como referencia el artículo 231 de la ordenanza que reglamenta el uso del suelo en el cantón Ibarra, donde se promueve la gestión más

ágil y eficiente a través de la actualización tecnológica, (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ibarra, 2016).

1.1.1. Normativas y regulaciones

Las regulaciones sobre control de construcciones varían entre países y municipalidades, pero suelen seguir directrices comunes orientadas a la seguridad, el cumplimiento urbanístico y un desarrollo sostenible. A nivel internacional, organismos como la Organización Internacional del Trabajo (OIT) emiten lineamientos específicos para el sector de la construcción, como la Recomendación N°175, que promueve la protección de los trabajadores y la reducción de riesgos en el proceso constructivo (Organización Internacional del Trabajo, 1988). Asimismo, el Código Internacional de Edificación (IBC), adoptado en numerosos países, establece normas para asegurar la integridad estructural de las edificaciones y satisfacer estándares modernos que responden a las demandas de habitabilidad y eficiencia en el uso de recursos (International Code Council, 2021).

En el contexto nacional ecuatoriano, el control de construcciones está regulado principalmente por el Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), el cual establece la normativa para el uso del suelo y el desarrollo urbano. El Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas impone la revisión de medidas de seguridad, asegurando que las obras cumplan con las normativas de seguridad estructural y protejan la salud de los trabajadores, (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra, 2018).

A nivel local, en el cantón de Ibarra, la Ordenanza Municipal de Urbanización y Edificación regula el proceso de supervisión y control de construcciones. Esta normativa exige la revisión de planos arquitectónicos y estructurales, el cumplimiento de los parámetros urbanísticos y la verificación del uso adecuado del suelo. Además, se realizan inspecciones periódicas para garantizar que las obras se ajusten a los permisos aprobados, protegiendo así la seguridad de la comunidad y promoviendo un crecimiento urbano ordenado (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ibarra, 2016).

1.1.2. Procesos de inspección y control basados en software.

Un ejemplo de control de construcciones mediante software es PlumbingSoft, un sistema web desarrollado en Carmen de Apicalá, Colombia para la empresa Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas JATS S.A.S. Este sistema permite la supervisión en tiempo real de las actividades de construcción, mediante módulos para la asignación de tareas, gestión de materiales y documentación digital de cada etapa de la obra, incluyendo registros fotográficos. La plataforma facilita la organización del proyecto y reduce el uso de documentos en papel, promoviendo una gestión ágil y centralizada (Tunarosa y Ávila, 2020).

En el contexto de implementación de procesos de inspección y control realizados por entidades municipales mediante tecnologías móviles, ha demostrado ser una estrategia efectiva para optimizar tiempos, mejorar la trazabilidad de la información y facilitar la toma de decisiones. (Guevara Vega et al., 2020) presentan una solución basada en una aplicación móvil para Android que automatiza el proceso de inspección municipal en Ecuador, permitiendo a los funcionarios recolectar datos en tiempo real, georreferenciar visitas y generar reportes desde el mismo dispositivo móvil. Este tipo de herramientas tecnológicas fortalece el trabajo en campo y mejora significativamente la gestión administrativa.

1.2. Conceptualización Tecnológica

1.2.1. Aplicaciones Móviles en Android

Android es uno de los sistemas operativos más utilizados a nivel mundial para el desarrollo de aplicaciones móviles, caracterizándose por su arquitectura abierta y un núcleo basado en Linux, tal como señalan (Palma Muñoz et al., 2020). Este sistema operativo facilita el desarrollo de aplicaciones móviles debido a su arquitectura abierta y accesibilidad personalizables que pueden ejecutarse en diversos dispositivos, como teléfonos inteligentes y tabletas. Además, como menciona (Mahmud et al., 2023), la plataforma Google Play le permite a Android alcanzar una cuota de mercado superior al 70% a nivel global, lo cual se debe en gran medida a la diversidad de aplicaciones disponibles.

En la actualidad, las aplicaciones móviles se han vuelto indispensables en la vida cotidiana, cubriendo áreas que van desde la comunicación y la educación hasta el comercio electrónico. Esto, según (Palma Muñoz et al., 2020), ha llevado al incremento en el uso de dispositivos Android en Ecuador, donde su adopción ha impulsado el desarrollo de aplicaciones en sectores clave, facilitando y optimizando actividades tanto personales como empresariales.

1.2.2. Ciclos de desarrollo de Software

El ciclo de desarrollo de software, conocido como SDLC (Software Development Life Cycle), es un marco estructurado que organiza y guía la creación de aplicaciones y sistemas mediante diversas etapas. Estas fases incluyen desde la planificación y análisis de requisitos, hasta el diseño, implementación, pruebas y mantenimiento, lo que permite estructurar el trabajo para optimizar cada fase del proceso (Sánchez y Barrezueta, 2022). Además, este enfoque asegura que se puedan satisfacer las necesidades específicas del proyecto de software, mediante una organización que facilita la supervisión y mejora continua en cada fase.

Una de las más determinantes es el análisis y levantamiento de requisitos funcionales, ya que de su correcta definición depende en gran parte el éxito del proyecto. Como señalan (Guevara Vega et al., 2019), una formulación imprecisa o incompleta de los requisitos puede generar retrasos, incrementos en los costos y múltiples modificaciones durante el desarrollo, afectando negativamente la calidad del producto final.

Por otro lado, el SDLC admite la implementación de modelos de desarrollo iterativo y metodologías ágiles, como explica (Tamayo Espinosa y Silega Martínez, 2021), quienes destacan que estos enfoques permiten una adaptación y mejora constante del software en función de las pruebas y retroalimentación obtenida. De esta forma, es posible lograr un producto final que responda de manera más precisa a las demandas del usuario y que pueda adaptarse rápidamente a los cambios. En palabras de (Gonzalez Malla et al., 2021), estas metodologías contribuyen significativamente a mejorar la calidad y escalabilidad del software, haciéndolo idóneo para proyectos de desarrollo dinámico y en constante evolución.

1.2.3. Interfaz de Programación de Aplicaciones (API)

Una API, o Interfaz de Programación de Aplicaciones, es una herramienta que permite la comunicación entre sistemas, facilitando el acceso a recursos específicos mediante protocolos como HTTP. Según (Lercher et al., 2024), una API actúa como un enlace entre proveedores y consumidores de datos, permitiendo el intercambio de información sin intervención del usuario final. Las APIs dividen aplicaciones complejas en servicios independientes que se comunican entre sí, permitiendo la evolución y actualización de cada servicio sin afectar el sistema completo.

1.2.4. Arquitectura Cliente-Servidor

La arquitectura cliente-servidor es un modelo fundamental en el desarrollo de sistemas informáticos, donde se asignan funciones específicas a dos componentes principales: el cliente y el servidor. Este modelo organiza la distribución de tareas al establecer que el cliente, que es la interfaz a través de la cual el usuario interactúa, se encarga de enviar solicitudes al servidor, y que el servidor gestione y procese dichas solicitudes, respondiendo con los datos o servicios requeridos. Según (Moyano et al., 2020), este diseño permite centralizar la lógica de la aplicación y los recursos en el servidor, asegurando que los datos se mantengan en un lugar seguro y de fácil administración. Por su parte, el cliente actúa solo como la vía de acceso para el usuario, presentándole la información obtenida del servidor. Este enfoque estructurado hace posible que tanto el cliente como el servidor operen de forma autónoma, lo que facilita la escalabilidad y la estabilidad del sistema en general, ya que el servidor puede atender múltiples solicitudes de clientes sin que estos deban almacenar o gestionar la lógica de los procesos.

1.2.5 API REST

Las APIs REST (*Representational State Transfer*) son una evolución del modelo cliente-servidor que buscan mejorar la eficiencia y la flexibilidad en la comunicación entre sistemas, especialmente en aplicaciones web y móviles. Construidas sobre los principios de la arquitectura cliente-servidor, las APIs REST añaden un conjunto de restricciones diseñadas para optimizar la transferencia de datos en sistemas distribuidos. Este enfoque se basa en el uso de HTTP y un conjunto de métodos estándar (GET, POST, PUT, DELETE), que permiten manipular los

recursos de manera uniforme. Como señalan (Rea Peañfiel et al., 2020), REST organiza la comunicación de modo que el cliente y el servidor puedan interactuar de forma clara y estructurada, reduciendo la complejidad y facilitando la interoperabilidad entre aplicaciones distintas.

Una característica clave de REST es su diseño "sin estado" (stateless), lo que implica que cada solicitud del cliente debe contener toda la información necesaria para que el servidor la procese de manera autónoma, sin depender de interacciones previas. Este enfoque permite al servidor atender cada solicitud de forma individual, reduciendo así la carga de procesamiento y facilitando la escalabilidad, ya que no es necesario mantener un estado constante de interacción entre el cliente y el servidor. De acuerdo con (Rea Peañfiel et al., 2020), este diseño es ideal para aplicaciones modernas, donde la rapidez y flexibilidad en el acceso a recursos son esenciales, al minimizar la necesidad de recursos para gestionar y almacenar el estado de cada conexión.

1.3. Herramientas de Desarrollo

1.3.1. Flutter

Flutter es un framework de desarrollo de aplicaciones de código abierto creado por Google, cuya finalidad es facilitar la creación de aplicaciones nativas multiplataforma a partir de una única base de código. Este entorno utiliza el lenguaje de programación Dart, que está optimizado para una compilación rápida y un rendimiento eficiente en dispositivos móviles (Quisaguano Collaguazo et al., 2022). Además, Flutter permite desarrollar interfaces de usuario atractivas y responsivas; como señala (Google developers, 2024), integra bibliotecas de diseño como Material Design para Android y Cupertino para iOS, lo que garantiza una experiencia de usuario adaptada a cada sistema operativo.

1.3.1.1. Características de Flutter

Flutter se destaca por varias características que lo convierten en una solución eficiente para el desarrollo multiplataforma. En primer lugar, posee una velocidad de desarrollo notable, facilitada por la función hot reload, que permite ver los cambios en el código en tiempo real sin reiniciar la aplicación, optimizando el flujo de trabajo

(Quisaguano Collaguazo et al., 2022). Además, según (Macias Vera, 2021), el rendimiento nativo de Flutter es uno de sus mayores beneficios, ya que utiliza su propio motor de renderizado y widgets personalizados, lo que asegura una experiencia fluida y eficiente sin depender de componentes nativos.

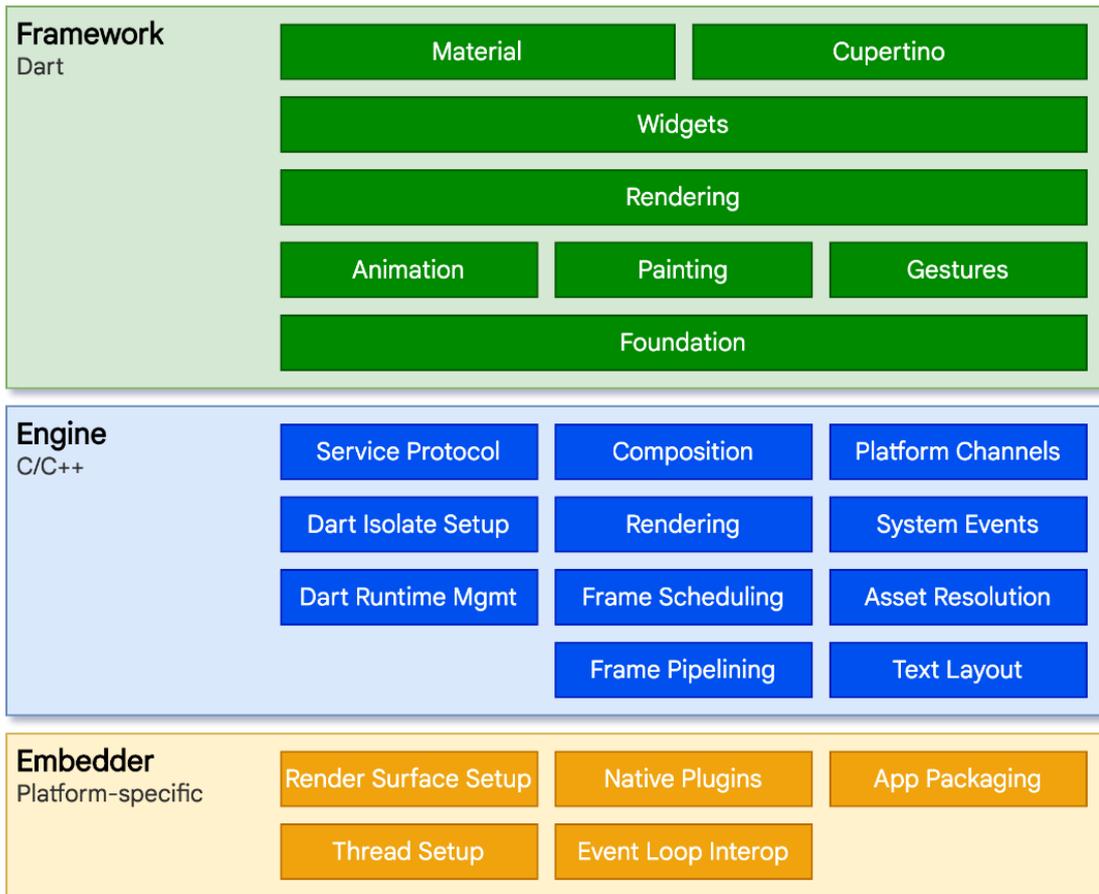
Finalmente, su portabilidad y código único permiten que una sola base de código sea compatible con múltiples plataformas, lo que, como señalan (Quisaguano Collaguazo et al., 2022), reduce significativamente los tiempos de desarrollo y facilita el mantenimiento de la aplicación en distintos sistemas operativos.

1.3.1.2. *Arquitectura de Flutter*

Flutter sigue una arquitectura compuesta por tres capas principales: Framework, Engine y Embedder. El Framework ofrece un conjunto de herramientas y widgets diseñados en Dart para la construcción de interfaces de usuario; el Engine es el núcleo de bajo nivel, desarrollado en C++, que se encarga del renderizado y la comunicación con la plataforma; y el Embedder permite integrar Flutter en diferentes sistemas operativos tal como Android, iOS, Web, entre otros (Google developers, 2024).

Figura 5

Capas Arquitectónicas de Flutter



Nota: Tomado de Flutter architectural overview, (Google developers, 2024)

1.3.1.3. Widgets en Flutter

En Flutter, los widgets constituyen el núcleo de su arquitectura y se consideran bloques fundamentales para crear interfaces de usuario. Según la documentación oficial de Flutter, todo en la interfaz gráfica de una aplicación en Flutter es un widget, lo cual incluye elementos como botones, imágenes, e incluso las estructuras de diseño (Google developers, 2024). Los widgets en Flutter pueden clasificarse en dos tipos: widgets sin estado (*stateless widgets*), que no cambian después de ser creados, y widgets con estado (*stateful widgets*), que pueden actualizarse y redibujarse en función de las interacciones del usuario o de eventos en la aplicación.

El ciclo de vida de los widgets con estado es esencial para comprender cómo Flutter administra las actualizaciones en la interfaz de usuario. En este ciclo, el método `initState` permite inicializar el widget, mientras que `build` y `dispose` se encargan de

construir y finalizar el widget, respectivamente, optimizando así la gestión de recursos en la interfaz (Google developers, 2024). Según (Concise Software, 2019), esta estructura de gestión garantiza que la interfaz de usuario se mantenga fluida y eficiente, lo cual resulta fundamental en aplicaciones que requieren alta interactividad y adaptabilidad.

1.3.1.4. Dart

Dart es un lenguaje de programación de código abierto y orientado a objetos desarrollado por Google, creado con el objetivo de optimizar aplicaciones cliente en múltiples plataformas. Este lenguaje posee una sintaxis similar a la de C, lo cual facilita la adopción por parte de los desarrolladores, y permite una compilación rápida que contribuye a una experiencia de desarrollo ágil y fluida (Anwar et al., 2021).

Entre sus características más avanzadas, Dart es capaz de compilar tanto a código nativo para aplicaciones móviles como a JavaScript para aplicaciones web, lo que lo convierte en una opción versátil y adecuada para aplicaciones híbridas. Esta capacidad asegura su adaptabilidad a diferentes entornos y plataformas sin necesidad de modificar el código base (Mohanty y Rekha Dey, 2014).

1.4. Backend

El backend es definido como la capa de acceso a los datos de una aplicación, cuya funcionalidad es invisible para el usuario final. Esta sección de la aplicación almacena y gestiona los datos en el servidor, además de manejar la lógica necesaria para procesar y responder las solicitudes que provienen del frontend. En términos de desarrollo, el backend se apoya en diferentes lenguajes de programación, tales como Java, PHP y Node.js, y se integra con bases de datos como MySQL y MongoDB, para cumplir con su función de almacenar y manipular información (Pérez Ibarra et al., 2021).

1.4.1. PHP

PHP es un lenguaje de programación ampliamente utilizado en el desarrollo de aplicaciones web del lado del servidor, diseñado para procesar y generar contenido

dinámico en el servidor antes de enviarlo al cliente, lo que permite una experiencia de usuario más interactiva y personalizada (PHP Documentation, 2024). De acuerdo con (Paredes Bravo, 2022), PHP facilita la creación de contenido dinámico mediante su capacidad de compilar y ejecutar el código, ofreciendo independencia de los servidores web y una integración flexible en diversas plataformas.

1.4.2. Laravel

Laravel es un framework de desarrollo web que utiliza PHP y está orientado a optimizar el proceso de creación de aplicaciones robustas y seguras. Este framework organiza la arquitectura del proyecto mediante el modelo MVC (Model-View-Controller), lo que facilita la separación de la lógica de negocio y la presentación de datos, y permite un mantenimiento más sencillo de la aplicación. Gracias a su sistema de ruteo, Laravel permite gestionar eficientemente las rutas que conectan las peticiones de los usuarios con las respuestas del servidor. Además, su estructura modular facilita la integración de herramientas de autenticación y encriptación que mejoran la seguridad en las aplicaciones web (Subecz, 2021).

Asimismo, Laravel es altamente valorado por pequeñas y medianas empresas debido a su bajo costo de implementación y su flexibilidad para adaptarse a diferentes entornos. De acuerdo con (Amini et al., 2021), este framework representa una solución accesible y eficiente para empresas con recursos limitados que necesitan desarrollar aplicaciones robustas. Laravel, además, permite la escalabilidad mediante su compatibilidad con bases de datos y el ORM Eloquent, proporcionando así una infraestructura adaptable que contribuye al crecimiento de los proyectos a largo plazo.

1.4.3. PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional que destaca por su estabilidad, robustez y facilidad de administración. Este sistema es ideal para manejar grandes volúmenes de datos y asegurar la integridad y concurrencia de acceso, gracias a su arquitectura de cliente-servidor y el uso de hilos para procesar eficientemente las consultas. En diversas pruebas de rendimiento, PostgreSQL ha mostrado tiempos de respuesta rápidos y un bajo porcentaje de error, lo cual lo convierte en una solución confiable para aplicaciones de alta demanda (Pilicita Garrido et al., 2020).

1.4.4. Docker

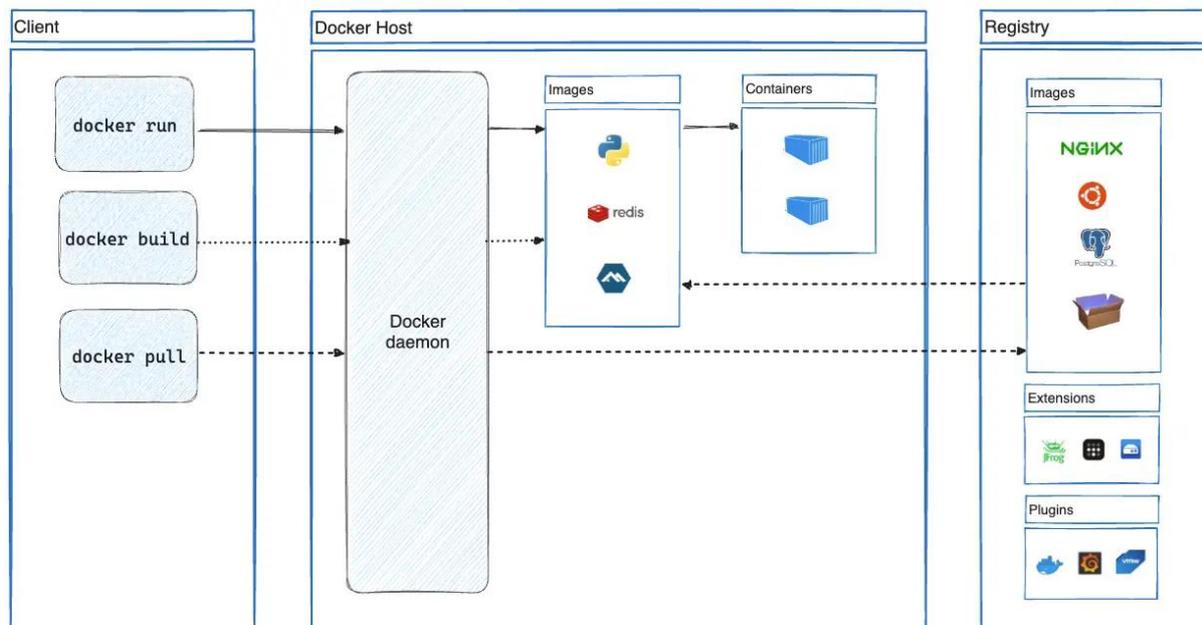
Docker es una herramienta de contenedorización que permite a los desarrolladores empaquetar aplicaciones y sus dependencias en entornos aislados, conocidos como contenedores. Este método garantiza que el software se ejecute de forma consistente en cualquier sistema operativo compatible, evitando problemas de compatibilidad que suelen surgir por las diferencias en las configuraciones del sistema, tal como menciona (Reis et al., 2021).

De acuerdo con (Hasan Ibrahim et al., 2021), Docker ha transformado la administración de aplicaciones al facilitar la implementación de múltiples componentes en contenedores que interactúan entre sí. Docker Compose, es una extensión que permite a los desarrolladores especificar y coordinar varios contenedores en un archivo de configuración, optimizando así la administración y despliegue de aplicaciones complejas, como servidores web y bases de datos que requieren conectividad entre componentes.

La arquitectura cliente-servidor en Docker permite el uso de un gestor llamado Docker Daemon, encargado de realizar las tareas de construcción, ejecución y distribución de contenedores. Este gestor puede operar en el mismo sistema en el que se ejecuta Docker. La comunicación entre el cliente y el Docker Daemon se lleva a cabo a través de una API REST, utilizando sockets Unix o mediante una interfaz de red (Docker Inc, 2024).

Figura 6

Arquitectura cliente-servidor de Docker



Nota: Tomado de Docker overview, (Docker Inc, 2024)

1.5. Metodologías y Estándares

1.5.1. Metodología Ágil Scrum

La metodología ágil Scrum se basa en principios que promueven la adaptabilidad y la transparencia en la gestión de proyectos. Según (Kadenic et al., 2023), uno de los principios fundamentales de Scrum es la creación de un entorno de trabajo colaborativo y transparente que permita a los equipos responder rápidamente a los cambios, maximizando el valor entregado al cliente en cada iteración. Este enfoque es esencial para el éxito de los proyectos en entornos dinámicos, ya que enfatiza la capacidad de inspeccionar y adaptar los procesos mediante eventos regulares.

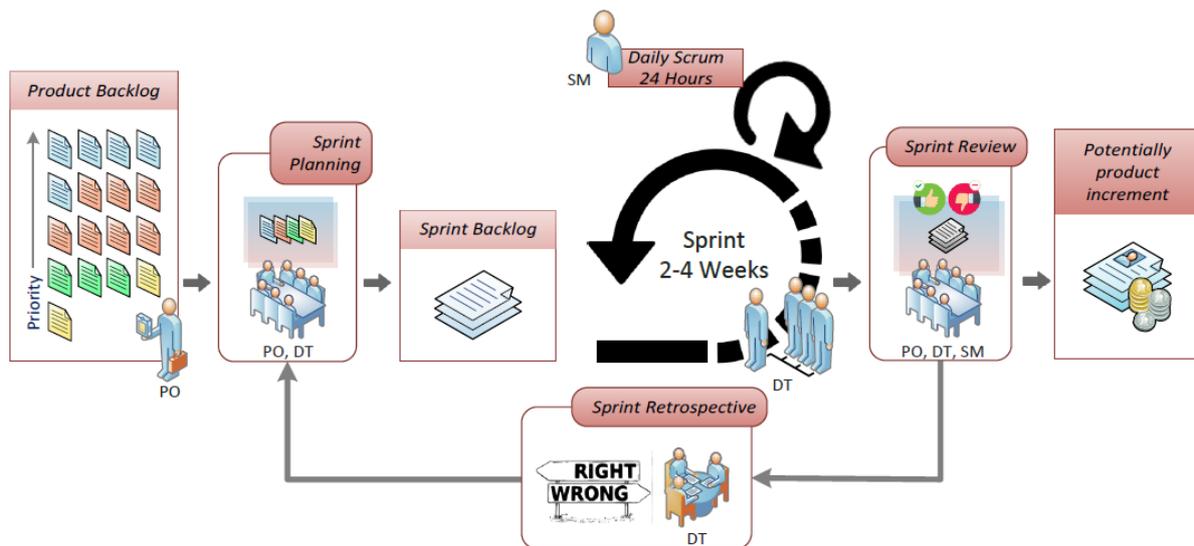
Asimismo, se ha evidenciado que la adopción de metodologías ágiles como Scrum puede generar mejoras sustanciales en la gestión de proyectos de software, especialmente en contextos donde los requerimientos evolucionan con frecuencia. En un estudio de caso realizado en la Universidad Yachay Tech, la implementación de Scrum permitió mejorar significativamente aspectos organizacionales, humanos y técnicos del proyecto, optimizando la comunicación entre los miembros del equipo,

reduciendo los tiempos de entrega y aumentando la calidad del producto final (Quiña Mera et al., 2021).

Por otro lado, para asegurar una implementación efectiva de la metodología Scrum en el desarrollo de software, es fundamental que los equipos adopten un enfoque basado en los principios de iteración y adaptación para realizar la entrega de valor continuo. Esto implica que los equipos deben ser capaces de adaptarse rápidamente a los cambios en los requisitos del proyecto en la etapa de planificación, utilizando ciclos cortos de desarrollo que permitan una retroalimentación constante y ajustes progresivos (Molina Ríos et al., 2021).

Figura 7

Ciclo de vida Scrum



Nota: Tomado de (Barcelos Bica y Gouvea da Silva, 2020).

1.5.1.1. Roles en Scrum

En la metodología Scrum, los roles principales están claramente definidos para estructurar el trabajo en equipo y facilitar el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Estos roles son: el Product Owner (PO), quien se encarga de gestionar y priorizar los requisitos del producto; el Scrum Master (SM), responsable de guiar el proceso y facilitar la colaboración en el equipo; y el Development Team (DT), compuesto por los

desarrolladores que implementan las funcionalidades acordadas en cada sprint (Barcelos Bica y Gouvea da Silva, 2020).

El Product Owner (PO) es responsable de definir los requisitos del producto en el Product Backlog, priorizando las características con mayor valor para el cliente. Este rol implica la responsabilidad de gestionar las necesidades y expectativas del cliente, asegurando que el equipo se enfoque en los objetivos de mayor impacto para el proyecto (Barcelos Bica y Gouvea da Silva, 2020).

El Scrum Master (SM) es el facilitador del proceso Scrum y se encarga de guiar al equipo para que siga las prácticas y valores de la metodología. Entre sus funciones está ayudar al equipo a superar obstáculos y coordinar reuniones clave, como la retrospectiva, que fomenta la mejora continua. El Scrum Master actúa como un enlace que facilita la colaboración efectiva, ayudando a que el equipo mantenga un ritmo de trabajo constante y adecuado (Barcelos Bica y Gouvea da Silva, 2020).

Por otro lado, el Development Team (DT) es el equipo de desarrollo que implementa las funcionalidades establecidas en el Product Backlog. Este grupo trabaja en ciclos cortos o sprints para entregar incrementos de producto funcionales, colaborando de manera autónoma y adaptativa para cumplir los objetivos definidos para cada sprint. La colaboración y autogestión son aspectos clave en el funcionamiento del equipo, que trabaja con enfoque y flexibilidad para responder a las prioridades establecidas (Barcelos Bica y Gouvea da Silva, 2020).

El Development Team está diseñado para ser compacto y versátil, con un máximo de 10 integrantes en total. Esta estructura permite mantener una comunicación eficaz y asegura que cada miembro pueda contribuir de manera directa al proceso. Además, el equipo es responsable colectivamente de todas las decisiones y resultados, lo cual fomenta un compromiso compartido hacia los objetivos del proyecto. La cohesión y la capacidad de adaptación del equipo son esenciales para la implementación exitosa de cada sprint, así como para la entrega de un producto de calidad que responda a los cambios y necesidades del cliente (Schwaber y Sutherland, 2020).

1.5.1.2. Artefactos de Scrum

Los artefactos de Scrum son fundamentales porque estructuran y visualizan el flujo de trabajo, facilitando tanto la organización como la colaboración en el equipo de desarrollo. Cada artefacto ofrece transparencia sobre el progreso y las metas del proyecto, permitiendo una evaluación constante y adaptativa de las tareas (Barcelos Bica y Gouvea da Silva, 2020).

El Product Backlog es un artefacto clave que funciona como una lista dinámica de todo lo que se necesita para mejorar el producto, actuando como la fuente única de trabajo para el equipo Scrum. Este backlog es iterativo y evoluciona a medida que se comprenden mejor las necesidades del producto. (Schwaber & Sutherland, 2020).

El Sprint Backlog es otro artefacto esencial, los elementos del Product Backlog seleccionados específicamente para el sprint, y un plan concreto para entregar un increment funcional al finalizar el sprint. Este backlog es un reflejo en tiempo real del progreso del equipo, y es constantemente actualizado durante el sprint para garantizar el alineamiento con el objetivo definido (Schwaber & Sutherland, 2020).

Por último, el increment representa un avance concreto y hacia la meta del proyecto. Cada increment debe estar completamente desarrollado y ser funcional, cumpliendo con los criterios de finalización, que son una descripción detallada de los estándares de calidad necesarios para considerar el trabajo como completado. Esto garantiza que cada increment aporte valor y esté listo para ser presentado (Schwaber & Sutherland, 2020).

1.5.1.3. Eventos de Scrum

Los eventos de Scrum constan de una duración de tiempo específica, cada evento permite inspeccionar y adaptar los artefactos de Scrum para fomentar la transparencia, asegurar un flujo de trabajo continuo y mejorar el equipo en cada ciclo (Schwaber y Sutherland, 2020).

La planificación del Sprint es el evento que marca el inicio de cada ciclo de trabajo en Scrum. Durante esta reunión, el equipo define qué tareas del Product Backlog se abordarán en el sprint actual y establece los objetivos específicos que se desean lograr al final del ciclo. Esta etapa es crucial, ya que permite al equipo alinear

sus esfuerzos con las prioridades del proyecto y establecer una visión clara de los resultados esperados para el sprint (Tymkiw et al., 2020).

Las reuniones diarias o Daily Standups son breves sesiones en las que el equipo se reúne para compartir el progreso, identificar cualquier obstáculo que esté afectando el desarrollo y coordinar las próximas tareas. Este evento promueve la comunicación continua, permitiendo al equipo ajustar su trabajo de manera ágil y resolver problemas a medida que surgen, lo cual contribuye a mantener el enfoque en los objetivos del sprint (Tymkiw et al., 2020).

La revisión del Sprint se realiza al final de cada ciclo y tiene como objetivo evaluar el incremento de producto obtenido y presentar los resultados al cliente o stakeholders. Esta reunión permite recibir retroalimentación directa sobre el producto, asegurando que se mantenga alineado con las expectativas del cliente y facilitando cualquier ajuste necesario antes de avanzar en futuras iteraciones (Tymkiw et al., 2020).

Por último, la retrospectiva del Sprint es una sesión interna del equipo que también ocurre al finalizar cada ciclo. En esta reunión, el equipo reflexiona sobre su desempeño durante el sprint, identificando los aspectos que funcionaron bien y aquellos que requieren mejoras. La retrospectiva es esencial para fomentar la mejora continua, ya que permite al equipo proponer y adoptar cambios que optimicen su forma de trabajo en los próximos sprints (Tymkiw et al., 2020).

1.5.2. Estándar ISO/IEC 25000, SQuaRE (System and Software Quality Requirements and Evaluation)

El estándar ISO/IEC 25000, conocido como SQuaRE, proporciona un marco para gestionar, especificar y evaluar la calidad de sistemas y productos de software. Su propósito es alinear las expectativas de los usuarios con el producto final mediante normas que abordan aspectos como gestión, modelos, métricas, requisitos y evaluación de calidad (ISO25000, 2024)

Cada división del estándar aborda un área específica del ciclo de vida del software. Esto incluye herramientas para medir atributos, establecer requisitos claros

y validar productos en diferentes etapas del desarrollo, fomentando la mejora continua y la confiabilidad del software (ISO25000, 2024).

**1.5.2.1. ISO/IEC 25022 – Medición de la Calidad de uso
(Measurement of quality in use):**

El estándar ISO/IEC 25022 establece un conjunto de métricas para evaluar la calidad en uso de productos y sistemas de software, considerando aspectos como efectividad, eficiencia, satisfacción y libertad de riesgos en contextos específicos de uso. Estas métricas, basadas en el modelo de calidad de ISO/IEC 25010, son esenciales para actividades de desarrollo, adquisición y mantenimiento, ya que permiten identificar áreas de mejora, normalizar mediciones y evaluar el desempeño desde la perspectiva del usuario, asegurando que el producto cumpla con las expectativas en la práctica (ISO/IEC 25022:2016(en), 2016).

Tabla 2

Métricas del modelo de calidad de uso.

MODELO DE CALIDAD EN USO		
Características	Subcaracterísticas	Métricas
Eficacia	Tareas completas	$X = A / B$ A = Número de tareas únicas completadas B = Número total de tareas únicas intentadas.
	Objetivos logrados	$\{X = 1 - \sum A_i \mid X \geq 0\}$ A _i = valor proporcional de cada objetivo que falta u objetivo incorrecto en la salida de la tarea (valor máximo = 1)
	Los errores en una tarea	$X = A$ A = número de errores cometidos por el usuario durante una tarea
Eficiencia	Tiempo de tareas	$X = T$ T = Tiempo de Tarea

	La eficiencia del tiempo	$X = A / T$ A = Número de objetivos alcanzados T = Tiempo
	La rentabilidad	$X = A / B$ A = Coste total de la realización de la tarea B = Número de objetivos alcanzados
	Productivo relación del tiempo	$X = Ta / Tb$ Ta = tiempo productivo = tiempo tomado para completar la tarea - el tiempo pasado obtener ayuda o asistencia - tiempo necesario recuperarse de errores - tiempo tomado buscar inútilmente Tb = tiempo de tareas
	Comportamiento innecesario	$X = A / B$ A = Número de acciones que en realidad no fueron necesarias para lograr la tarea B = Número de acciones realizadas por el usuario.
	Consecuencias de la fatiga	$X = 1 - A / B$ A = El rendimiento actual B = rendimiento inicial.
Satisfacción	Utilidad	$X = S/E$ S = Número de usuarios satisfechos E = Número de usuarios encuestados
	Confianza	$X = A / T, C=1-X$ X = % reclamos, % Confianza A = Número de quejas presentadas T = Total de encuestados
	Comodidad	$X = (A+B+C+D+F)/E$ A = Muy de acuerdo; B=Algo de acuerdo; C=Ni de acuerdo ni en desacuerdo; D: Algo en desacuerdo;

F=Muy en desacuerdo.

E = Número de usuarios encuestados

Nota: Tomado y adaptado de (ISO/IEC 25022, 2016)

CAPÍTULO 2

Desarrollo del proyecto

En este capítulo se analiza la estructura presentada en la figura 8, tomando como base la metodología Scrum. El objetivo es definir un punto de partida flexible que pueda ajustarse a las necesidades específicas para el desarrollo del módulo de supervisión y control de construcciones en dispositivos móviles.

Figura 8

Desarrollo del capítulo 2



Nota: Elaboración propia.

2.1. Definición

2.1.1. Equipo Scrum

Se describe al equipo involucrado en el proceso de desarrollo del módulo supervisión y control de construcciones para dispositivos móviles del GAD de Ibarra de acuerdo con la Tabla 5.

Tabla 5

Roles involucrados en el proyecto.

Nombre	Rol	Cargo
PhD. Antonio Quiña	Product Owner.	Director del presente Trabajo de Grado y Docente de la Universidad Técnica del Norte
Eduardo Olivo	Scrum Master, Equipo de desarrollo.	Tesista
Ing, Manuel Lara	Stakeholders	Funcionarios del área TI del GAD de San Miguel De Ibarra.
Ing. Christian Romero		
Ing. Lara Manuel		

2.1.2. Levantamiento de requisitos iniciales.

Los requisitos se recopilan utilizando el artefacto de historias de usuario, en estrecha colaboración con las partes interesadas (Stakeholders), el Product Owner y el Scrum Master.

Tabla 3

Historia de usuario 1

HISTORIA DE USUARIO

ID: HSCC-01

Usuario: Usuario

Nombre: Autenticación de usuarios.

Prioridad: Alta

Dependencia: Ninguna

Estimación: 15 h

Descripción:

Como usuario quiero ingresar a la aplicación de modo que pueda acceder a las funcionalidades del módulo de supervisión y control de construcciones.

Criterios de aceptación:

- Si las credenciales ingresadas son incorrectas, ya sea el usuario o la contraseña, se mostrará un cuadro de diálogo indicando que se debe verificar el nombre de usuario y/o la contraseña.
- Al hacer clic en el botón de ingreso, si alguno de los campos de usuario o contraseña está vacío, aparecerá un mensaje debajo del campo correspondiente, indicando que no puede estar en blanco.
- En caso de que las credenciales sean válidas, el sistema redirigirá automáticamente al menú principal, donde se podrá seleccionar el módulo deseado.

Tabla 4

Historia de usuario 2

HISTORIA DE USUARIO

ID: HSCC-02

Usuario: Usuario

Nombre: Verificación de roles de inspectores.

Prioridad: Baja

Dependencia: HSCC-02

Estimación: 8 h

Descripción:

Como usuario *quiero* ingresar al módulo de control de construcciones *de modo que* pueda acceder a las funcionalidades del módulo.

Criterios de aceptación:

- Al seleccionar el ícono del módulo de control de construcciones, el sistema verificará si el usuario tiene un rol con permisos para acceder a dicho módulo. En caso de contar con los permisos necesarios, será redirigido automáticamente a la pantalla principal del módulo.

Tabla 5

Historia de usuario 3

HISTORIA DE USUARIO

ID: HSCC-03

Usuario: Usuario

Nombre: Búsqueda de predios.

Prioridad: Alta

Dependencia: Ninguna

Estimación: 15 h

Descripción:

Como usuario *quiero* realizar la búsqueda del predio por los parámetros número de cédula, código catastral, nombre del propietario del predio *de modo que pueda* consultar la información necesaria para poder realizar el proceso de inspección.

Criterios de aceptación:

- La búsqueda de predios debe realizarse por tres filtros, uno de los siguientes filtros debe seleccionarse para permitir la búsqueda.
 - Número de Cédula.
 - Código catastral.
 - Nombre del propietario.

- El usuario no podrá realizar búsquedas si el campo de búsqueda está vacío. En ese caso, se mostrará un mensaje de alerta debajo del cuadro de texto indicando que el campo es obligatorio.
- Los datos se mostrarán mediante tarjetas visuales que destacan la información principal del predio. Si no se encuentra información relacionada con la búsqueda, se desplegará un mensaje de alerta indicando que no se han encontrado predios correspondientes.

Tabla 6

Historia de usuario 4

HISTORIA DE USUARIO

ID: HSCC-04

Usuario: Usuario

Nombre: Búsqueda de predios - Mapa.

Prioridad: Alta

Dependencia: ninguna

Estimación: 20 h

Descripción:

Como usuario quiero realizar la búsqueda de predios mediante un mapa de modo que pueda consultar la información requerida al seleccionar el predio.

Criterios de aceptación:

- El mapa solo se mostrará cuando el usuario presione un botón específico.
- Al abrir el mapa, este se centrará automáticamente en la ubicación actual del dispositivo y mostrará los predios cercanos.
- Al seleccionar un predio en el mapa, se obtendrá su clave catastral, que se establecerá automáticamente en el cuadro de búsqueda de la pantalla principal.

- La vista del mapa debe poder cerrarse tanto mediante un botón visible en la interfaz como con el botón de retroceso del dispositivo.
- Si los permisos de ubicación no han sido concedidos previamente, el sistema debe solicitarlos al usuario.

Tabla 7

Historia de usuario 5

HISTORIA DE USUARIO		
ID: HSCC-05	Usuario: Usuario	
Nombre: Búsqueda de predio - Validar predio seleccionado.		
Prioridad: Alta	Dependencia:	Estimación: 5 h
	HSCC-03	
	HSCC-04	
Descripción:		
<p><i>Como</i> usuario <i>quiero</i> verificar si el predio seleccionado consta ya de una inspección previa en el mismo día <i>de modo que</i> no permita duplicarla sino reemplazarla.</p>		
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none"> • Si ya existe una inspección registrada para el mismo día, se mostrará un mensaje de alerta notificando que la inspección ya fue realizada. El sistema ofrecerá la opción de cancelar el proceso o reemplazar la inspección previamente registrada por la nueva. • Si aún no se ha realizado una inspección en el predio, se mostrarán en detalle los datos correspondientes al predio y a su propietario. 		

Tabla 8

Historia de usuario 6

HISTORIA DE USUARIO		
ID: HSCC-06	Usuario: Usuario	
Nombre: Consulta de inspecciones realizadas por rango de fecha.		
Prioridad: Media	Dependencia: Ninguna	Estimación: 20 h
Descripción:		
<p><i>Como usuario quiero</i> realizar la consulta de las inspecciones realizadas dentro de un rango de fechas específico <i>de modo que pueda</i> tener un listado detallado de las inspecciones que se encuentran en estado finalizado o pendiente.</p>		
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none">• Los campos de fecha solamente se podrán ingresar por medio de un calendario.• La fecha de inicio no puede ser posterior a la fecha de finalización.• Las inspecciones serán consultadas dentro del rango de fechas especificado y estarán asociadas al nombre del usuario que inició sesión y realizó la inspección.• Si hay resultados, se mostrarán en forma de una lista de tarjetas con la información principal; de lo contrario, se mostrará un mensaje indicando que no se encontraron inspecciones.• En caso de haber resultados, cada elemento permitirá acceder a una pantalla con la información completa al seleccionarlo.		

Nota: Elaboración propia.

Tabla 9

Historia de usuario 7

HISTORIA DE USUARIO		
ID: HSCC-07	Usuario: Usuario	
Nombre: Validación de inspecciones consultadas.		
Prioridad: Media	Dependencia: HSCC-06	Estimación: 8 h
 Descripción:		
<i>Como usuario quiero verificar que la inspección seleccionada no esté corrupta de modo que la información sea correcta y fiable.</i>		
 Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none"> • Se comprobará que la información correspondiente a los planos y permisos esté registrada antes de realizar la consulta de la inspección seleccionada. • Si la inspección se guardó sin terminar la revisión de planos y permisos se notificará que no se puede realizar la consulta y que la inspección deberá ser eliminada. 		

Tabla 10

Historia de usuario 8

HISTORIA DE USUARIO		
ID: HSCC-08	Usuario: Usuario	
Nombre: Registro de disposición de inspección.		
Prioridad: Alta	Dependencia:	Estimación: 12 h
	HSCC-03	
	HSCC-04	

Descripción:

Como usuario *quiero* registrar la disposición de inspección *de modo que* pueda ingresar la información requerida que justifica la inspección a realizar.

Criterios de aceptación:

- Los campos obligatorios son los siguientes:
 - Asunto
 - Disposición
 - Se puede adjuntar una imagen como evidencia correspondiente a la inspección.
-

Tabla 11

Historia de usuario 9

HISTORIA DE USUARIO		
ID: HSCC-09	Usuario: Usuario	
Nombre: Inspección de varios trabajos – Revisión de permisos.		
Prioridad: Alta	Dependencia:	Estimación: 12 h
	HSCC-03	
	HSCC-04	
	HSCC-08	
Descripción:		
<p>Como usuario <i>quiero</i> realizar la revisión de permisos de la inspección de varios trabajos, <i>de modo que</i> los datos registrados en la revisión se almacenen correctamente en el sistema.</p>		
Criterios de aceptación:		

- Después de registrar la disposición de inspección se debe consultar si el propietario del predio dispone de los permisos correspondientes.
- Si no se cuenta con los permisos necesarios o no los tiene aprobados, será obligatorio registrar los siguientes campos para poder finalizar la inspección:
 - Área
 - Número de losas
- Si dispone de los permisos necesarios se pedirá de manera obligatoria llenar el siguiente campo:
 - Número de permiso
- Se podrá adjuntar en formato de imagen la evidencia del documento.

Tabla 12

Historia de usuario 10

HISTORIA DE USUARIO

ID: HSCC-10

Usuario: Usuario

Nombre: Inspección de control de construcciones – Revisión de planos arquitectónicos.

Prioridad: Alta

Dependencia:

Estimación: 15 h

HSCC-03

HSCC-04

HSCC-08

Descripción:

Como usuario *quiero* realizar la revisión de planos arquitectónicos del predio seleccionado para la inspección *de modo que* los datos registrados en la revisión se almacenen correctamente en el sistema.

Criterios de aceptación:

- Después de registrar la disposición de inspección se debe consultar si el propietario del predio dispone de los planos correspondientes.
 - En caso de no disponer de los planos, será obligatorio registrar los siguientes datos para poder finalizar la inspección:
 - Área
 - Número de losas
 - La revisión de los planos arquitectónicos debe realizarse mediante la selección de los siguientes puntos utilizando casillas de verificación (checkbox):
 - Planos aprobados
 - Sin alteraciones de proyecto
 - Área esta conforme a los planos
 - Número de losas conforme a los planos
 - Planos se encuentran vigentes
 - Si el área no está conforme a los planos, se deberá registrar la variación en metros cuadrados (incremento o disminución).
 - Si el número de losas no está conforme a los planos, se deberá registrar la variación en el número de losas (incremento o disminución).
 - Será posible adjuntar una imagen como evidencia durante el proceso.
-

Tabla 13

Historia de usuario 11

HISTORIA DE USUARIO		
ID: HSCC-11	Usuario: Usuario	
Nombre: Inspección de control de construcciones – Revisión de planos estructurales.		
Prioridad: Alta	Dependencia: HSCC-10	Estimación: 12 h
Descripción:		
<p><i>Como</i> usuario <i>quiero</i> llevar a cabo la revisión de los planos estructurales del predio seleccionado para la inspección <i>de modo que</i> los datos registrados en la revisión se almacenen correctamente en el sistema.</p>		
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none">• En caso de tener los planos estructurales aprobados, será obligatorio registrar los siguientes datos para poder finalizar la inspección:<ul style="list-style-type: none">○ Área○ Número de losas• La revisión de los planos arquitectónicos debe realizarse mediante la selección de los siguientes puntos utilizando casillas de verificación (checkbox):<ul style="list-style-type: none">○ Número de losas conforme a los planos○ Planos se encuentran vigentes• Si el número de losas no está conforme a los planos, se deberá registrar la variación en el número de losas (incremento o disminución).• Será posible adjuntar una imagen como evidencia durante el proceso.		

Tabla 14

Historia de usuario 12

HISTORIA DE USUARIO		
ID: HSCC-12	Usuario: Usuario	
Nombre: Inspección de control de construcciones – Revisión de rótulo.		
Prioridad: Alta	Dependencia: HCCS-11	Estimación: 8 h
Descripción:		
<p>Como usuario <i>quiero</i> realizar la revisión de rótulo correspondiente a la construcción que se está realizando en el predio seleccionado <i>de modo que</i> los datos registrados en la revisión se almacenen correctamente en el sistema.</p>		
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none">• La revisión del rótulo debe realizarse mediante la selección de los siguientes puntos utilizando casillas de verificación (checkbox):<ul style="list-style-type: none">○ Tiene rótulo○ El rótulo guarda relación con el formulario FPC• Será posible adjuntar una imagen como evidencia durante el proceso.		

Tabla 15

Historia de usuario 13

HISTORIA DE USUARIO		
ID: HSCC-13	Usuario: Usuario	
Nombre: Definición de etapas y viviendas.		
Prioridad: Alta	Dependencia:	Estimación: 40 h
	HSCC-09	
	HSCC-12	

Descripción:

Como usuario *quiero* definir el número de etapas que tendrá la inspección y el número de viviendas que se revisarán en cada etapa *de modo que* cada vivienda pueda recibir su correspondiente inspección.

Criterios de aceptación:

- Será posible establecer la cantidad de etapas necesarias, las cuales se mostrarán en forma de una lista de textos con el número de etapas que se haya definido. Dentro de cada etapa, se podrá especificar el número de viviendas que serán inspeccionadas.
- Se permitirá seleccionar una etapa en la que previamente se haya definido el número de viviendas a inspeccionar. Posteriormente, será posible especificar la cantidad de pisos que tendrá cada vivienda dentro de esa etapa.
- Si no se define ninguna etapa no será posible continuar con el proceso de inspección.

Tabla 16

Historia de usuario 14

HISTORIA DE USUARIO		
ID: HSCC-14	Usuario: Usuario	
Nombre: Control e inspección de viviendas - Revisión de pisos.		
Prioridad: Alta	Dependencia: HSCC-13	Estimación: 25 h
Descripción:		
<p>Como usuario <i>quiero</i> realizar la revisión de pisos y verificar que las columnas, vigas y losas estén de conformidad con los planos <i>de modo que</i> al registrar la información esta sea guardada en el sistema.</p>		

Criterios de aceptación:

- Se deberá ver un menú principal que redirigirá a la revisión de columnas, vigas y losas.
 - Se deberá verificar que las cadenas de cimentación de la vivienda cumplan de conformidad con los planos, se podrá agregar observaciones y adjuntar una imagen como evidencia.
 - Al seleccionar la opción de menú que dirige a la pantalla de revisión de columnas, se mostrará una lista de tarjetas que corresponda al número de pisos de la vivienda. En cada tarjeta se verificará que las columnas de cada planta este de conformidad con los planos establecidos. También se permitirá agregar observaciones de forma opcional y adjuntar evidencias para las columnas de los pisos que no cumplan con los planos.
 - Al seleccionar la opción del menú que dirige a la pantalla de revisión de vigas, se mostrará una lista de tarjetas correspondiente al número de pisos de la vivienda. En cada tarjeta se verificará que las vigas de cada planta cumplan con los planos establecidos. Además, será posible agregar observaciones de manera opcional y adjuntar evidencias para aquellas vigas de los pisos que no cumplan con los planos.
 - Al seleccionar la opción del menú que dirige a la pantalla de revisión de losas, se mostrará una lista de tarjetas correspondiente al número de pisos de la vivienda. En cada tarjeta se verificará que las losas de cada planta cumplan con los planos establecidos. Además, será posible agregar observaciones de manera opcional y adjuntar evidencias para aquellas losas que no cumplan con los planos.
 - Al terminar la revisión se deberá guardar los datos en el sistema.
-

Tabla 17

Historia de usuario 15

HISTORIA DE USUARIO		
ID: HSCC-15	Usuario: Usuario	
Nombre: Control e inspección de viviendas - Revisión de alturas.		
Prioridad: Alta	Dependencia: HSCC-13	Estimación: 10 h
Descripción:		
<p><i>Como usuario quiero</i> realizar la revisión de altura de edificaciones <i>de modo que</i> cada vivienda pueda recibir su correspondiente inspección.</p>		
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none">• Será debera verificar que la altura de edificación este de conformidad con los planos e informe de reglamentación cantonal (IRC).• Si no cumple con los planos se podrá agregar observaciones y adjuntar una imagen como evidencia, además se debera registrar de manera obligatoria los siguientes campos para terminar con la inspección:<ul style="list-style-type: none">○ Área○ Altura• Al terminar la revisión se debera guardar los datos en el sistema.		

Tabla 18

Historia de usuario 16

HISTORIA DE USUARIO		
ID: HSCC-16	Usuario: Usuario	
Nombre: Control e inspección de viviendas - Revisión de retiros.		
Prioridad: Alta	Dependencia: HSCC-13	Estimación: 15 h
Descripción:		
<p><i>Como usuario quiero realizar la revisión de retiros y voladizos de edificaciones de modo que cada vivienda pueda recibir su correspondiente inspección.</i></p>		
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none">• Se deberá ver un menú principal que redirigirá a la revisión de retiros y voladizos.• Al seleccionar la opción del menú que redirige a la pantalla de revisión de retiros, se mostrará un submenú con las opciones para revisar los retiros lateral, posterior y frontal. En cada retiro se deberá verificar que no haya invasiones y será posible agregar observaciones. Si se detecta incumplimiento se podrá adjuntar una imagen como evidencia y registrar obligatoriamente el área correspondiente.• Al seleccionar la opción del menú que redirige a la pantalla de revisión de voladizos. Se deberá verificar que los voladizos estén de acuerdo con las normas vigentes, será posible agregar observaciones, y si se detecta incumplimiento se podrá adjuntar una imagen como evidencia y registrar obligatoriamente el área correspondiente.• Al terminar la revisión se deberá guardar los datos en el sistema.		

Tabla 19

Historia de usuario 17

HISTORIA DE USUARIO		
ID: HSCC-17	Usuario: Usuario	
Nombre: Control e inspección de viviendas - Revisión de normas de seguridad.		
Prioridad: Alta	Dependencia: HSCC-13	Estimación: 15 h
Descripción:		
<p><i>Como usuario quiero registrar la revisión de normas de seguridad de modo pueda ingresar la información obtenida de la inspección realizada en la vivienda.</i></p>		
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none">• La revisión de las normas de seguridad debe realizarse mediante la selección de los siguientes puntos utilizando casillas de verificación (checkbox):<ul style="list-style-type: none">○ Implementación de normas de seguridad○ Cerramiento de protección○ Señalética• En cada punto será posible agregar observaciones y, en caso de incumplimiento se podrá adjuntar una imagen como evidencia para cada punto afectado.• Al terminar la revisión se deberá guardar los datos en el sistema.		

Tabla 20

Historia de usuario 18

HISTORIA DE USUARIO		
ID: HSCC-18	Usuario: Usuario	
Nombre: Control e inspección de viviendas - Uso de vía pública y revisión de cerramiento.		
Prioridad: Alta	Dependencia: HSCC-13	Estimación: 20 h
Descripción:		
<p>Como usuario <i>quiero</i> registrar la revisión de uso de vía pública relacionada con el cerramiento <i>de modo que</i> pueda ingresar la información obtenida de la inspección realizada en la vivienda.</p>		
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none">• Se deberá ver un menú principal que redirigirá a la revisión de cerramiento, calzada y vereda, arrojando de escombros.• Al seleccionar la opción de menú que dirige a la pantalla de revisión de cerramiento, se deberá registrar los siguientes campos correspondientes al permiso de cerramiento:<ul style="list-style-type: none">○ Fecha de emisión○ Plazo otorgado• Según los datos ingresados, se determinará automáticamente si los documentos están vigentes, indicando el resultado mediante el marcado de una casilla de verificación.• Se podrá adjuntar una imagen como evidencia.• Al terminar la revisión se deberá guardar los datos en el sistema.		

Tabla 21

Historia de usuario 19

HISTORIA DE USUARIO		
ID: HSCC-19	Usuario: Usuario	
Nombre: Control e inspección de viviendas - Uso de vía pública y revisión de calzada y vereda.		
Prioridad: Alta	Dependencia: HSCC-13	Estimación: 15 h
Descripción:		
<p>Como usuario <i>quiero</i> registrar la revisión de uso de vía pública relacionada con la calzada y la vereda de la vivienda <i>de modo que</i> pueda ingresar la información obtenida de la inspección realizada.</p>		
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none">• La revisión de calzada y vereda debe realizarse mediante la selección del siguiente punto utilizando una casilla de verificación (checkbox):<ul style="list-style-type: none">○ Con área dañada• En caso de incumplimiento se podrá agregar observaciones y adjuntar una imagen como evidencia.• Al terminar la revisión se deberá guardar los datos en el sistema.		

Tabla 22

Historia de usuario 20

HISTORIA DE USUARIO		
ID: HSCC-20	Usuario: Usuario	
Nombre: Control e inspección de viviendas - Uso de vía pública y revisión de calzada arrojando escombros.		
Prioridad: Alta	Dependencia: HSCC-13	Estimación: 8 h

Descripción:

Como usuario *quiero* registrar la revisión del uso de vía pública relacionada con el arrojó de escombros *de modo que* pueda ingresar la información obtenida de la inspección realizada en la vivienda.

Criterios de aceptación:

- La revisión de calzada y vereda debe realizarse mediante la selección del siguiente punto utilizando una casilla de verificación (checkbox):
 - Hay arrojó de escombros y/o materiales/obstáculos en la vía pública.
- En caso de incumplimiento se podrá agregar observaciones y adjuntar una imagen como evidencia.
- Al terminar la revisión se deberá guardar los datos en el sistema.

Tabla 23

Historia de usuario 21

HISTORIA DE USUARIO

ID: HSCC-21**Usuario:** Usuario**Nombre:** Control e inspección de viviendas – Terminar inspección de vivienda.**Prioridad:** Alta**Dependencia:** HSCC-13**Estimación:** 15 h**Descripción:**

Como usuario *quiero* que, al finalizar el proceso de inspección de la vivienda, se guarde la información *de modo que* se actualice el estado de la vivienda, la etapa correspondiente y la inspección en general en caso de que esta haya sido concluida.

Criterios de aceptación:

- En la pantalla de menú de actividades de inspección habrá un botón que permita terminar la inspección de vivienda y guardar su estado actual.
- Si la inspección de la vivienda ha sido finalizada, el estado de dicha vivienda se actualizará a "Concluida", al igual que el estado de la etapa y la inspección general. En caso contrario, el estado de la inspección permanecerá como "En proceso".

2.1.3. Product Backlog

Después de culminar con la creación de las historias de usuario, se define el product backlog inicial con las estimaciones y prioridades correspondientes, tal como se detalla en la Tabla 25.

Tabla 24

Product Backlog

Orden	ID	Descripción	Estimación (Horas)
01	HSCC-01	Autenticación de usuarios.	15
02	HSCC-02	Verificación de roles inspectores.	8
03	HSCC-03	Búsqueda de predios.	15
04	HSCC-04	Búsqueda de actividades de contribuyentes - Mapa.	20
05	HSCC-05	Búsqueda de predio - Validar predio seleccionado.	5
06	HSCC-06	Consulta de inspecciones realizadas por rango de fecha.	20
07	HSCC-07	Validación de inspecciones consultadas.	8

08	HSCC-08	Registro de disposición de inspección.	12
09	HSCC-09	Inspección de varios trabajos – Revisión de permisos.	12
10	HSCC-10	Inspección de control de construcciones – Revisión de planos arquitectónicos.	15
11	HSCC-11	Inspección de control de construcciones – Revisión de planos estructurales.	12
12	HSCC-12	Inspección de control de construcciones – Revisión de rótulo.	8
13	HSCC-13	Definición de etapas y viviendas.	40
14	HSCC-14	Control e inspección de viviendas - Revisión de pisos.	25
15	HSCC-15	Control e inspección de viviendas - Revisión de alturas.	10
16	HSCC-16	Control e inspección de viviendas - Revisión de retiros.	15
17	HSCC-17	Control e inspección de viviendas - Revisión de normas de seguridad.	15
18	HSCC-18	Control e inspección de viviendas - Uso de vía pública y revisión de cerramiento.	20
19	HSCC-19	Control e inspección de viviendas - Uso de vía pública y revisión de calzada y vereda.	15
20	HSCC-20	Control e inspección de viviendas - Uso de vía pública y revisión de calzada arrojado de escombros.	8

2.2. Planificación – Sprint 0

Durante la fase inicial del proyecto de desarrollo, se llevaron a cabo reuniones previas para definir las tareas a realizar en la iteración inicial, conocida como Sprint 0. El departamento de TI proporcionó el diagrama de procesos correspondiente al módulo, y se establecieron el alcance del proyecto, la estructura y arquitectura tecnológica, así como los esquemas a utilizar para la base de datos.

El Sprint 0 fue planificado con la participación de las partes interesadas, el Product Owner y el equipo de desarrollo, a través de reuniones realizadas en las fechas indicadas en la Tabla 26.

Tabla 25

Reuniones de planificación y definición de los Sprints

Fecha Reuniones	Participantes
08/11/2023	<ul style="list-style-type: none"> • Olivo Eduardo • Ing. Romero Cristian. Director TI • Ing. Lara Manuel • Representante departamento de control de construcciones
15/11/2023	<ul style="list-style-type: none"> • Olivo Eduardo • Ing. Lara Manuel • Representante departamento de control de construcciones
22/11/2023	<ul style="list-style-type: none"> • Olivo Eduardo • Ing. Lara Manuel

- Representante departamento de control de construcciones
- 29/11/2023
- Olivo Eduardo
 - Ing. Romero Cristian. Director TI
 - Ing. Lara Manuel
 - Representante departamento de control de construcciones
-

Como resultado de las reuniones iniciales, se planificaron las actividades a ejecutarse durante el sprint inicial.

Fecha: 06/12/2023

Asistentes: Product Owner, Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog – Sprint 0.

Tabla 26

Sprint 0 - Planificación y definición

Tareas	Estimación (Horas)
Definición de alcance del proyecto	5
Diseño de la arquitectura tecnológica	5
Diseño y creación de base de datos	10
Diagrama de proceso de la aplicación	6
Configuración de herramientas y entorno de desarrollo	3
Planificación de reuniones	2
Reuniones de revisión	2

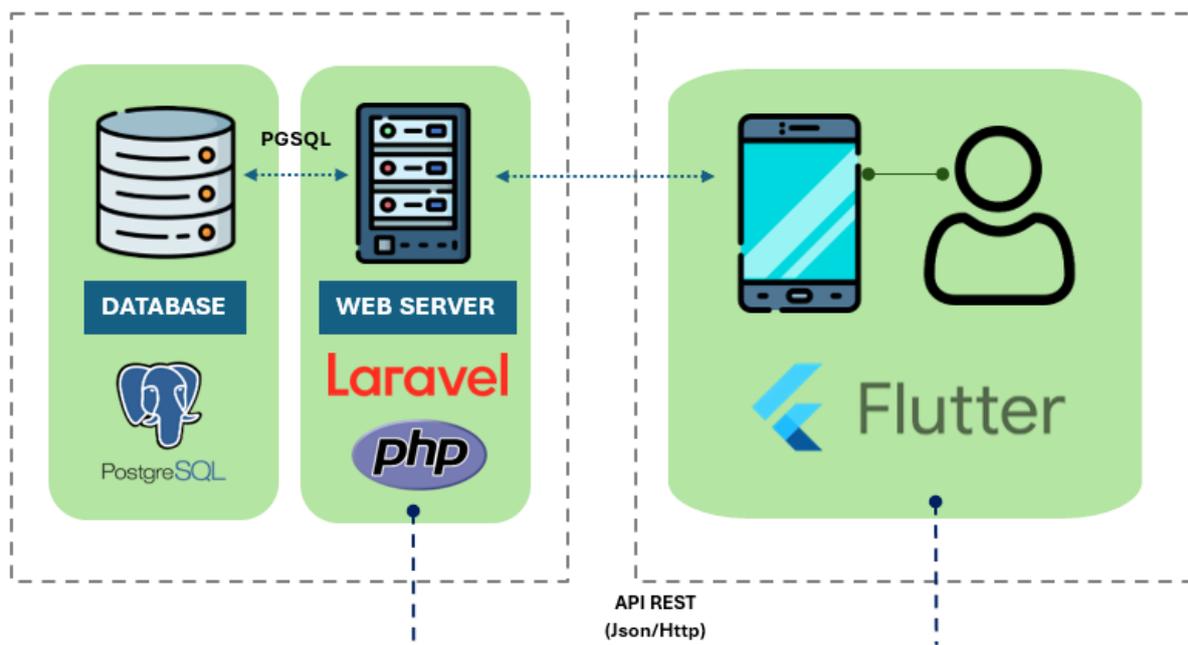
Las reuniones de revisión y retrospectiva del Sprint 0 se llevaron a cabo el 14 de diciembre de 2023, con la participación del Product Owner, el Scrum Master y el equipo de desarrollo. Como resultado de estas revisiones, se presentó la arquitectura tecnológica definida, la estructura de la base de datos creada y el diagrama del proceso establecido.

2.3. Incremento del producto

2.3.1. Arquitectura tecnológica

Figura 9

Arquitectura tecnológica



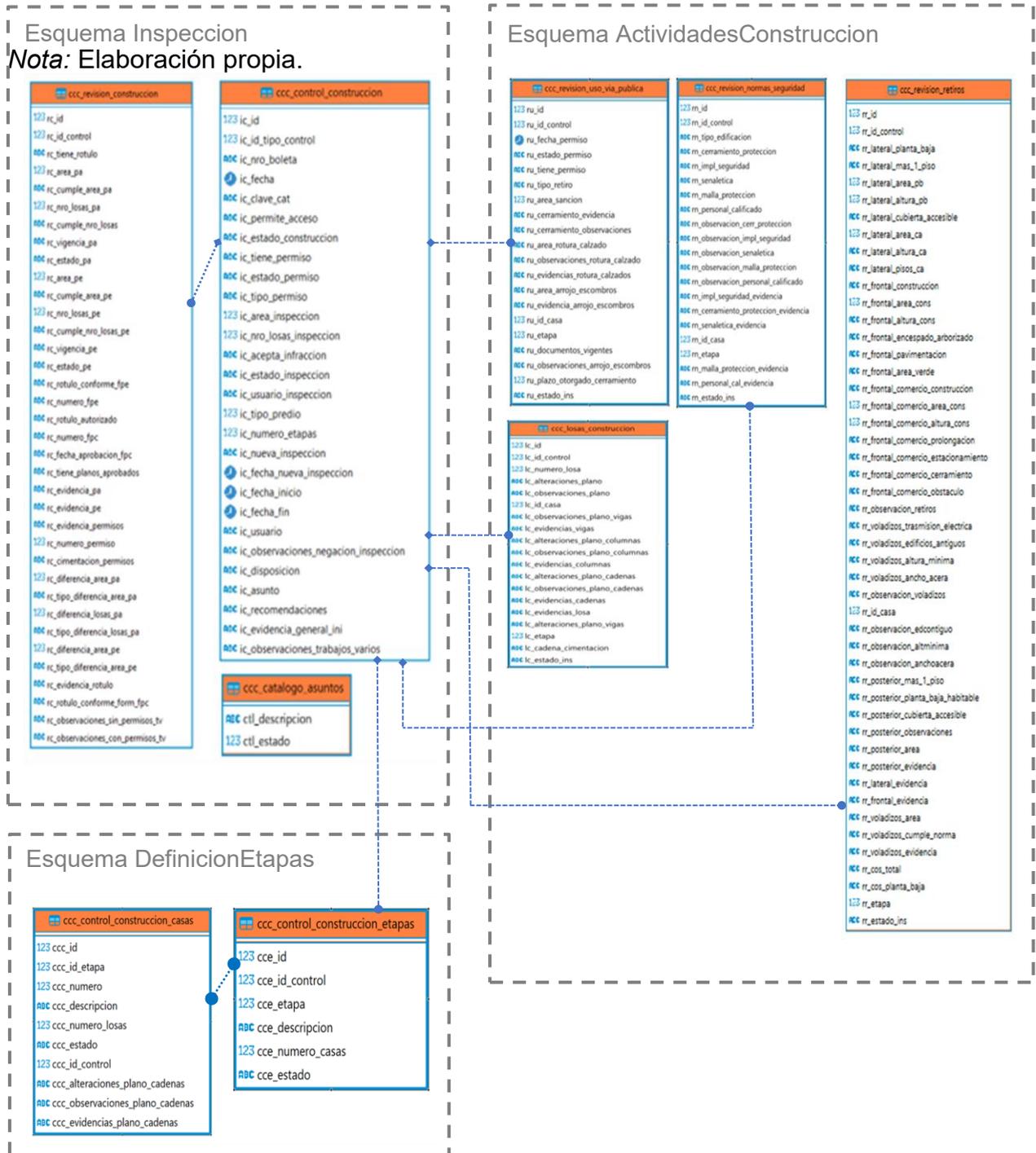
Nota: Elaboración propia.

Se optó por implementar una arquitectura RESTfull utilizando el framework Laravel para la creación de las APIs, con PostgreSQL como base de datos. En el lado del cliente, se empleó el framework Flutter para consumir los servicios proporcionados por la API, tal como se ilustra en la Figura 9.

2.3.2. Base de datos - Esquema

Figura 10

Esquema de la base de datos



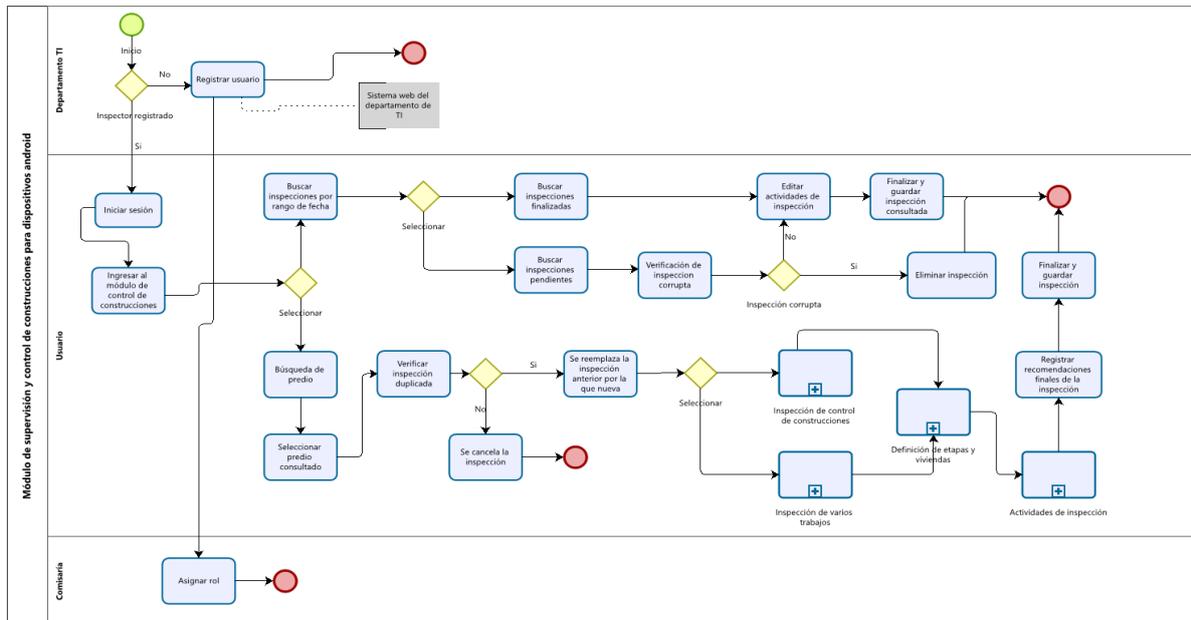
Para la creación de la base de datos relacional, se utilizó PostgreSQL para diseñar las tablas y las relaciones necesarias. Se establecieron tres esquemas, los cuales habían sido previamente implementados por el departamento de TI y ya estaban en uso en otros sistemas internos. El esquema inicial incluye tres esquemas principales, como se detalla en la Figura 10.

2.3.3. Diagrama de procesos de la aplicación.

2.3.3.1. Diagrama del módulo de supervisión y control de construcciones para dispositivos Android

Figura 11

Diagrama de procesos del módulo de supervisión y control de construcciones para dispositivos Android

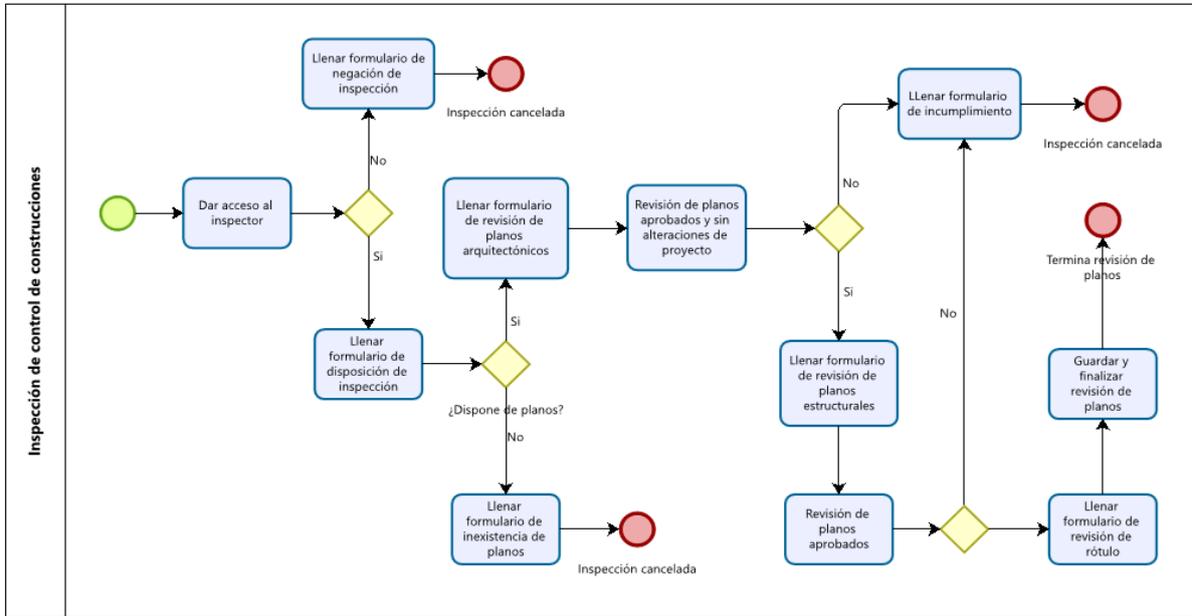


Nota: Elaboración propia.

2.3.3.2. Diagrama de Inspección de control de construcciones

Figura 12

Diagrama de procesos de Inspección de control de construcciones

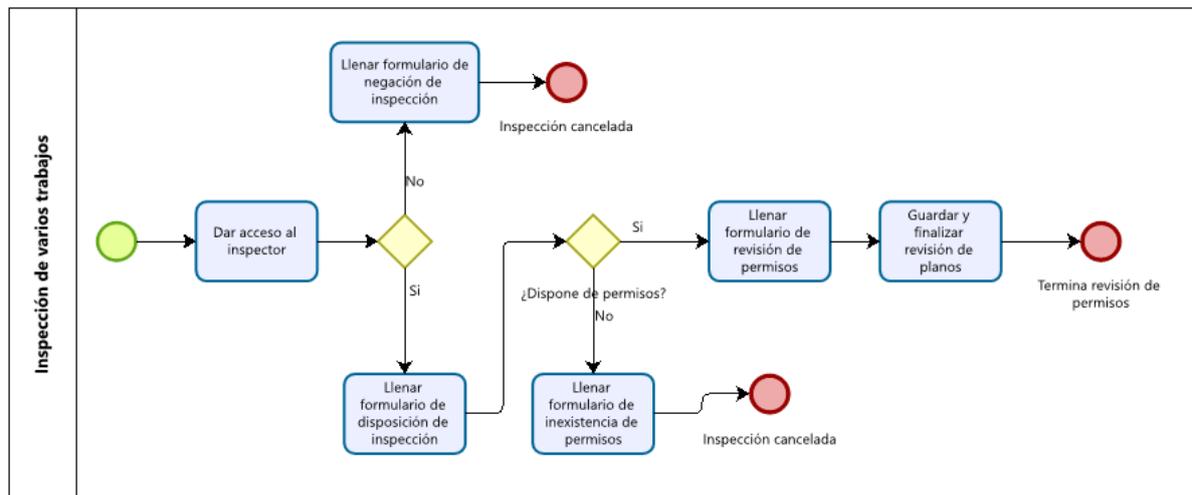


Nota: Elaboración propia.

2.3.3.3. Diagrama subproceso de inspección de varios trabajos

Figura 13

Diagrama subproceso de inspección de varios trabajos

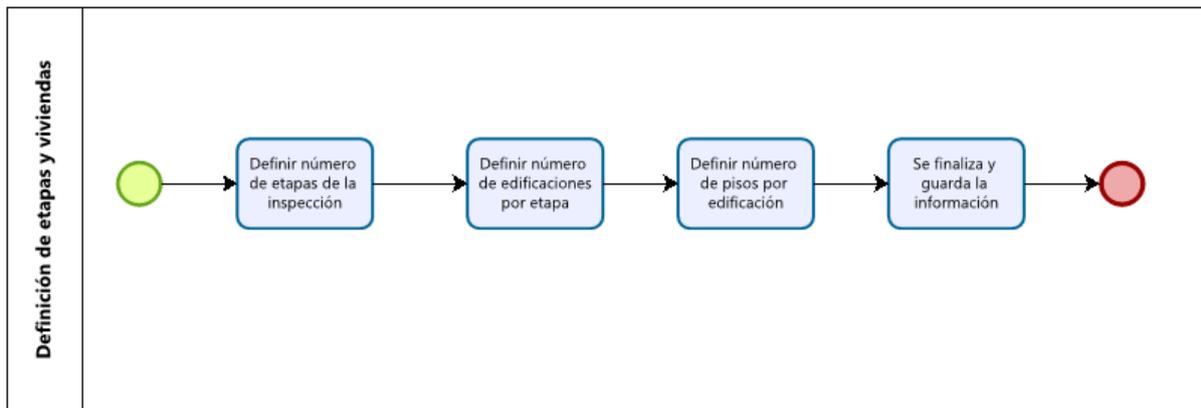


Nota: Elaboración propia.

2.3.3.4. Diagrama subproceso de definición de etapas y viviendas

Figura 14

Diagrama subproceso de definición de etapas y viviendas

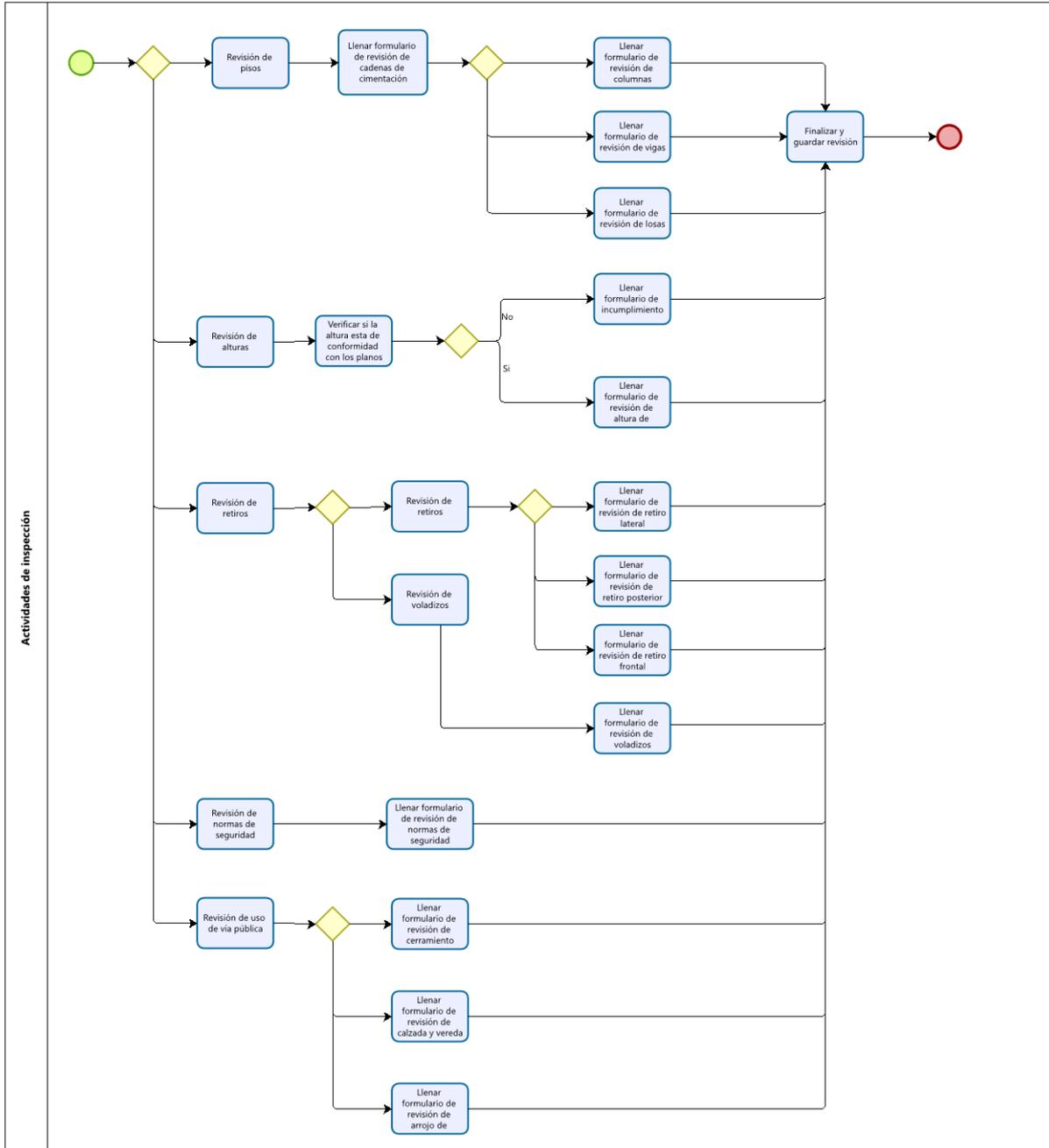


Nota: Elaboración propia.

2.3.3.5. Diagrama subproceso de actividades de inspección

Figura 15

Diagrama subproceso de actividades de inspección



Nota: Elaboración propia.

2.4. Desarrollo del módulo de supervisión y control de construcción

Para llevar a cabo el desarrollo de la aplicación utilizando la metodología Scrum, se estructuraron los sprints de manera iterativa, siguiendo el enfoque incremental característico de esta metodología. Se adaptaron los eventos principales de Scrum para ajustarse a las necesidades del proyecto, implementando las sesiones de planificación, revisiones y retrospectivas de manera organizada y eficaz. No obstante, las reuniones diarias (daily stand-ups) fueron omitidas debido a que el equipo de desarrollo estaba compuesto únicamente por un programador. En lugar de estas reuniones diarias, se realizaron sesiones de seguimiento en fechas específicas para garantizar el avance del proyecto. Las reuniones se llevaron a cabo en las siguientes fechas:

Tabla 27

Resumen Sprints

Sprint	Fecha Inicio	Fecha Fin
Sprint 0	06/12/2023	14/12/2023
Sprint 1	10/01/2024	31/01/2024
Sprint 2	01/02/2024	21/02/2024
Sprint 3	21/02/2024	14/03/2024
Sprint 4	15/03/2024	04/04/2024
Sprint 5	05/04/2024	25/04/2024
Sprint 6	26/04/2024	16/05/2024
Sprint 7	17/05/2024	07/06/2024
Sprint 8	10/06/2024	28/06/2024

Sprint 9 01/07/2024 19/07/2024

Sprint 10 22/07/2024 09/08/2024

2.4.1. Número de Sprint: 1

- Reunión: 10/01/2024

Asistentes: Product Owner, Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog – Sprint 1.

- Sprint Backlog -Sprint 1.

Las tareas del Sprint 1 se priorizaron en conjunto con el equipo de desarrollo y los stakeholders, enfocándose en actividades críticas que aportaran mayor valor al proyecto y sentaran las bases para el desarrollo posterior.

Tabla 28

Sprint Backlog - Sprint 1

Historias de Usuario	Nombre	Tarea	Horas
HSCC-01	Autenticación de usuarios.	Configurar la base de datos.	2
		Configurar el servidor Linux para el proyecto.	2
		Desarrollar los servicios para la autenticación de usuarios.	2
		Desarrollar la pantalla de inicio de sesión.	5
		Pruebas.	2
		Correcciones de errores.	2

HSCC-02	Verificación de roles de inspectores	Codificar las funciones de verificación de inspectores en el backend.	2
		Desarrollar la pantalla de selección de modulo.	4
		Pruebas.	1
		Corrección de errores.	1
HSCC-03	Búsqueda de predios.	Codificar los servicios, búsqueda por cedula/ruc, código catastral, nombre del propietario.	4
		Desarrollar interfaz de usuario para realizar búsqueda de predios y visualizar resultados.	8
		Pruebas	1
		Correcciones de errores.	2

- Revisión: 24/01/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Revisión del Sprint Backlog y validación de las pruebas de aceptación. Se presenta un entregable funcional.

- Pruebas de aceptación

Se verificó las pruebas de aceptación de acuerdo con la Tabla 30.

Tabla 29

Pruebas de aceptación Sprint 1

Historias de Usuario	Nombre	Funcionalidad	Aprobado	
			SI	NO
HSCC-01	Autenticación de usuarios.	Validación de credenciales.	X	
		Validación de token.	X	
		Autenticación e inicio de sesión.	X	

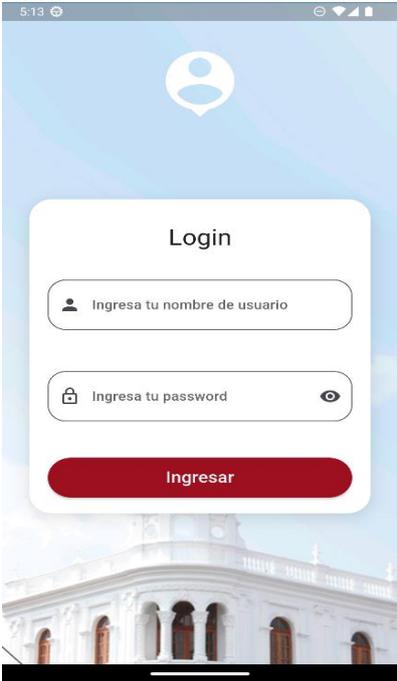
HSCC-02	Verificación de roles de inspectores	Verificación y autorización de usuarios con acceso asignado al módulo de supervisión y control de construcciones.	X
		Ingreso al módulo de supervisión de control de construcciones.	X
HSCC-03	Búsqueda de predios.	Validación de campos obligatorios.	X
		Visualización general de los resultados de búsqueda de predios mediante tarjetas informativas que destacan los datos principales	X
		Visualización de detalle del predio al presionar una tarjeta informativa.	X
		Notificar si no se han encontrado resultados.	X

- Incremento del producto

El acceso de usuarios a la aplicación móvil se gestiona a través de un login general, permitiendo únicamente el ingreso de aquellos registrados en la base de datos del departamento de TI y con permisos asignados para usar la aplicación, ver Figura 16. Una vez dentro, los usuarios pueden seleccionar el módulo de supervisión y control de construcciones, al cual solo tienen acceso quienes pertenezcan a la comisaría de control de construcciones, ver Figura 17.

Figura 16

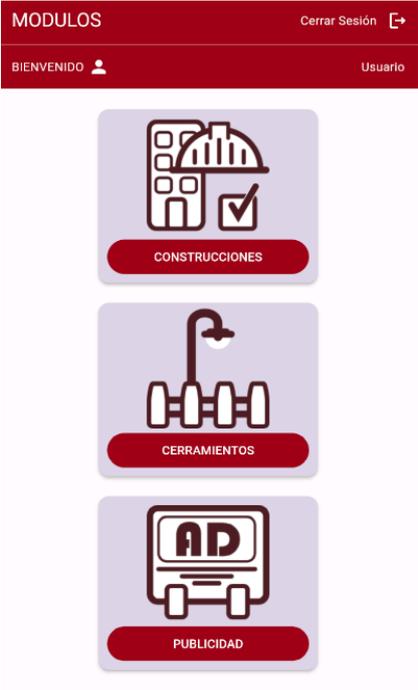
Pantalla de autenticación de usuarios



Nota: Elaboración propia.

Figura 17

Pantalla de selección de módulo de supervisión de control de construcciones

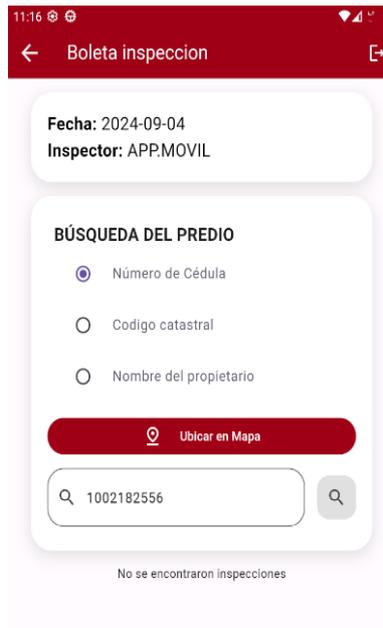


Nota: Elaboración propia.

La funcionalidad de búsqueda de predios está implementada conforme a lo descrito en la historia de usuario, permitiendo realizar consultas utilizando los parámetros que se observan en la Figura 18.

Figura 18

Pantalla de búsqueda de predios



Nota: Elaboración propia.

Figura 19

Pantalla de vista posterior a la consulta de predios mediante número de cédula del propietario



Nota: Elaboración propia.

- Reunión de retrospectiva

Fecha: 31/01/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog revisado y entrega del producto (incremento).

Tabla 30

Plan de mejora Sprint 1

Plan de mejora	
Aciertos	<ul style="list-style-type: none"> • Autenticación exitosa mediante el servidor general del departamento de TI para el inicio de sesión. • Protección de las solicitudes al servidor mediante el uso de Token Bearer.
Problemas	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica.
Mejoras	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación en Flutter. • Capacitación en Laravel.

2.4.2. Número de Sprint: 2

- Reunión: 01/02/2024

Asistentes: Product Owner, Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog – Sprint 2.

- Sprint Backlog -Sprint 2.

Tabla 31

Sprint Backlog - Sprint 2

Historias de Usuario	Nombre	Tarea	Horas
HSCC-04	Búsqueda de predios - Mapa.	Detectar ubicación actual del dispositivo.	4
		Codificar la ubicación de predios utilizando mapas.	6
		Capturar la clave catastral del predio desde el mapa y realizar la consulta.	6
		Visualización de mapa.	2
		Corrección de errores.	2
HSCC-05	Validar predio seleccionado – Búsqueda de predio.	Codificar vista de detalle de predio.	3
		Implementar validaciones para detectar inspecciones duplicadas de predios realizadas en el mismo día.	2
		Pruebas	1
		Corrección de errores.	2

- Revisión: 15/02/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholders y Equipo de desarrollo.

Resultados: Revisión del Sprint Backlog y validación de las pruebas de aceptación. Se presenta un entregable funcional.

- Pruebas de aceptación

Tabla 32

Pruebas de aceptación Sprint 2

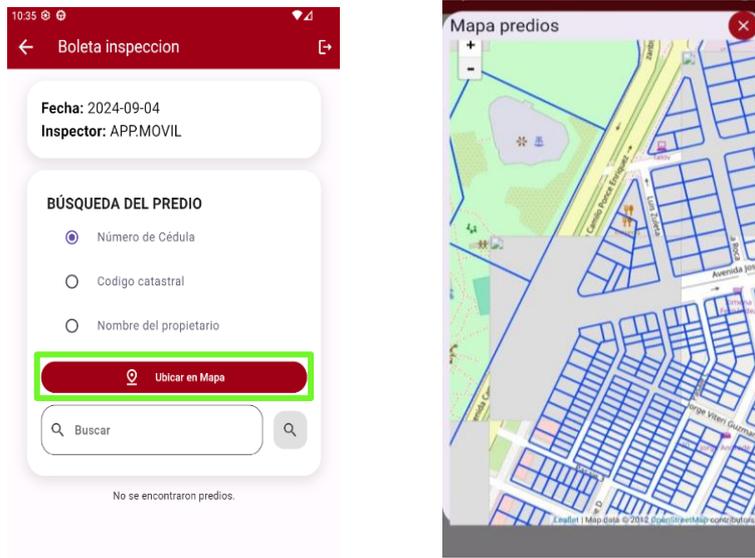
Historias de Usuario	Nombre	Funcionalidad	Aprobado	
			SI	NO
HSCC-04	Búsqueda de predios - Mapa.	Consultar los predios en el mapa.	X	
		Seleccionar predio en el mapa y obtener la clave catastral del mismo.	X	
		Presentar los resultados en tarjetas destacando la información principal.	X	
		Centrar el mapa según la ubicación actual del inspector.	X	
HSCC-05	Validar predio seleccionado – Búsqueda de predio.	Comprobar si existen predios duplicados inspeccionados el mismo día.	X	
		Enlistar en tarjetas el detalle del predio seleccionado.	X	
		Reemplazar inspección duplicada.	X	

- Incremento del producto

El usuario puede consultar los predios de los propietarios mediante la opción de ubicación de predios en un mapa, ver Figura 20. Cada usuario debe de conceder permisos de ubicación para usar el mapa por primera vez. Además, se debe presionar y obtener la clave catastral para la búsqueda respectiva en la pantalla de búsqueda principal, ver Figura 21.

Figura 20

Pantalla de consulta de predios mediante mapa



Nota: Elaboración propia.

Figura 21

Pantalla de vista de la información consultada previa selección de predio en el mapa



Nota: Elaboración propia.

Para visualizar los detalles del predio consultado, se debe hacer clic en la tarjeta correspondiente. El sistema verificará automáticamente si el predio ya cuenta con una inspección realizada ese mismo día. Si no existe duplicidad, se mostrará un mensaje

de confirmación, ver Figura 22. En caso contrario, se desplegarán los detalles del predio, ver Figura 23.

Figura 22 Verificación de duplicidad de inspección



Nota: Elaboración propia.

Figura 23

Pantalla de vista de detalle de inmueble



Nota: Elaboración propia.

- Reunión de retrospectiva

Fecha: 21/02/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog revisado y entrega del producto (incremento).

Tabla 33

Plan de mejora Sprint 2

Plan de mejora	
Aciertos	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de mapas en el dispositivo móvil. • Se llevó a cabo una investigación sobre servicios y bibliotecas para el uso de mapas y la gestión de permisos de ubicación en tiempo real del dispositivo. • Validación de inspecciones duplicadas.
Problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Lentitud en la carga del mapa por velocidad de internet.
Mejoras	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica.

2.4.3. Número de Sprint: 3

- Reunión: 21/02/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog – Sprint 3.

- Sprint Backlog - Sprint 3.

Tabla 34

Sprint Backlog - Sprint 3

Historias de Usuario	Nombre	Tarea	Horas
----------------------	--------	-------	-------

HSCC-06	Consulta de inspecciones realizadas por rango de fecha.	Codificar servicios para la búsqueda de inspecciones pendientes y finalizadas dentro de un rango de fechas.	3
		Codificar vista de búsqueda de inspecciones.	14
		Pruebas	1
		Corrección de errores.	2
HSCC-07	Validación de inspecciones consultadas.	Codificar servicio de verificación para comprobar que las inspecciones consultadas hayan guardado la revisión de planos y permisos.	4
		Pruebas.	2
		Corrección de errores.	2
HSCC-08	Registro de disposición de inspección.	Codificar formularios de disposición de inspección con ingreso de imágenes desde galería o cámara.	5
		Codificar servicios para registro en servidor.	5
		Pruebas	1
		Corrección de errores	1

- Revisión: 07/03/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholders y Equipo de desarrollo.

Resultados: Revisión del Sprint Backlog y validación de las pruebas de aceptación. Se presenta un entregable funcional.

- Pruebas de aceptación

Tabla 35

Pruebas de aceptación Sprint 3

Historias de Usuario	Nombre	Funcionalidad	Aprobado	
			SI	NO
HSCC-06	Consulta de inspecciones realizadas por rango de fecha.	Consultar inspecciones pendientes y finalizadas por rango de fecha.	X	
		Mostrar lista de resultados de las inspecciones consultadas.	X	
HSCC-07	Validación de inspecciones consultadas.	Notificación de alerta para las consultas de inspecciones consultadas que no finalizaron la revisión de planos y permisos.	X	
		Eliminación de inspección que no ha realizado las revisiones de planos y permisos.	X	
HSCC-08	Registro de disposición de inspección.	Registro de formulario de disposición de inspección en la base de datos con evidencia en formato de imagen.	X	

- Incremento del producto

El usuario tiene la opción de consultar las inspecciones realizadas ingresando previamente los parámetros de búsqueda mostrados en la Figura 24.

Figura 24

Pantalla de consulta de inspecciones realizadas por rango de fecha



Nota: Elaboración propia.

Figura 25

Notificación de validación de inspecciones consultadas



Nota: Elaboración propia.

El proceso para registrar el formulario de disposición de inspección inicia con la búsqueda de un predio, como se muestra en la Figura 19. Posteriormente, en la pantalla de detalle de inmueble indicada en la Figura 23, se selecciona el tipo de inspección y se otorga el permiso al inspector. Al finalizar estos pasos, se presenta la pantalla con los campos detallados en la Figura 26.

Figura 26

Pantalla de registro de disposición de inspección



Nota: Elaboración propia.

- Reunión de retrospectiva

Fecha: 14/03/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog revisado y entrega del producto (incremento).

Tabla 36

Plan de mejora Sprint 3

Plan de mejora

Aciertos	<ul style="list-style-type: none"> • Se implementaron correctamente las validaciones para la búsqueda de inspecciones, cumpliendo con los requerimientos establecidos. • Se realizó una investigación sobre el almacenamiento de imágenes en servidores utilizando Docker. • Se agregaron librerías de Flutter para la gestión de archivos e imágenes.
Problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de catálogo de asuntos de disposición de inspección. • Redimensionamiento de imágenes para su posterior almacenamiento en el servidor.
Mejoras	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación en el uso de librerías de Flutter.

2.4.4. Número de Sprint: 4

- Reunión: 15/03/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog – Sprint 4.

- Sprint Backlog - Sprint 4.

Tabla 37

Sprint Backlog - Sprint 4

Historias de Usuario	Nombre	Tarea	Horas
HSCC-09	Inspección de varios trabajos –	Codificar servicios para registro en el servidor.	2
	Revisión de permisos.	Codificar formularios de revisión de permisos con ingreso de imágenes desde galería o cámara.	4
		Codificar formulario de registro de inexistencia de permisos.	4
		Pruebas	1
		Corrección de errores.	1
HSCC-10	Inspección de control de construcciones –	Codificar servicios para registro en servidor.	3
	Revisión de planos arquitectónicos.	Codificar formulario de revisión de planos arquitectónicos con ingreso de imágenes desde galería o cámara.	7
		Codificar formulario de registro de inexistencia de planos arquitectónicos y estructurales.	3
		Pruebas	1
		Corrección de errores	1

- Revisión: 28/03/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholders y Equipo de desarrollo.

Resultados: Revisión del Sprint Backlog y validación de las pruebas de aceptación. Se presenta un entregable funcional.

- Pruebas de aceptación

Tabla 38

Pruebas de aceptación Sprint 4

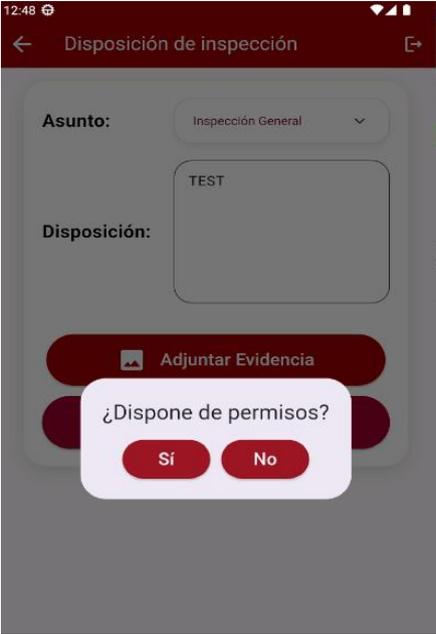
Historias de Usuario	Nombre	Funcionalidad	Aprobado	
			SI	NO
HSCC-09	Inspección de varios trabajos – Revisión de permisos.	Registrar la revisión de los permisos correspondientes a inspecciones del tipo "varios trabajos".	X	
		Registrar el formulario de inexistencia de permisos y finalizar la inspección en caso de no disponer de los permisos necesarios.	X	
HSCC-10	Inspección de control de construcciones – Revisión de planos arquitectónicos	Registrar el formulario de inexistencia de planos y finalizar la inspección en caso de no disponer de los permisos necesarios.	X	
		Registrar el formulario de incumplimiento y finalizar la inspección en caso de incumplir con los requisitos de la revisión de planos arquitectónicos necesarios para continuar con el proceso de inspección.	X	
		Registrar la revisión de los planos arquitectónicos correspondientes a inspecciones del tipo "control de construcción" con evidencia en formato de imagen.	X	

- Incremento del producto

El usuario debe comenzar seleccionando el tipo de inspección "varios trabajos" y completar el registro de disposición de inspección mostrado en la Figura 26. Al continuar con el proceso, se presenta un cuadro de confirmación, como se ilustra en la Figura 27. En caso de incumplimiento, el usuario deberá llenar el formulario correspondiente, visible en la Figura 28.

Figura 27

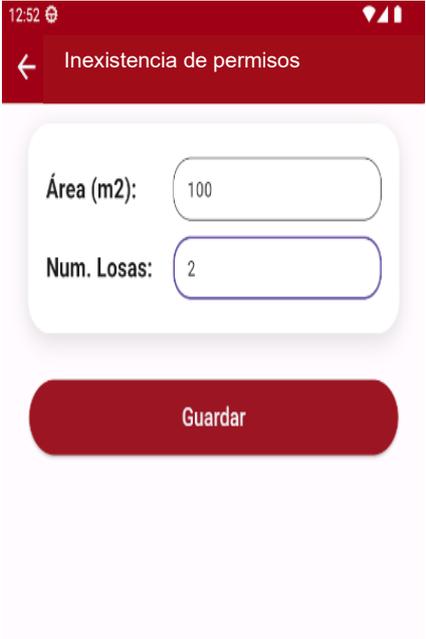
Cuadro de confirmación de disponibilidad de permisos



Nota: Elaboración propia.

Figura 28

Pantalla de registro de inexistencia de permisos



Nota: Elaboración propia.

Para el registro de la revisión de permisos, primero debe confirmarse la disponibilidad de estos, ver Figura 27, el formulario se registra con los campos indicados en la Figura 29.

Figura 29

Pantalla de registro de permisos

12:58

← Estado de la construcción →

Estado actual: Con permisos

Num. Permiso: 1000200030

Escanear documento

Permisos vigentes (Art. 654)

TEST

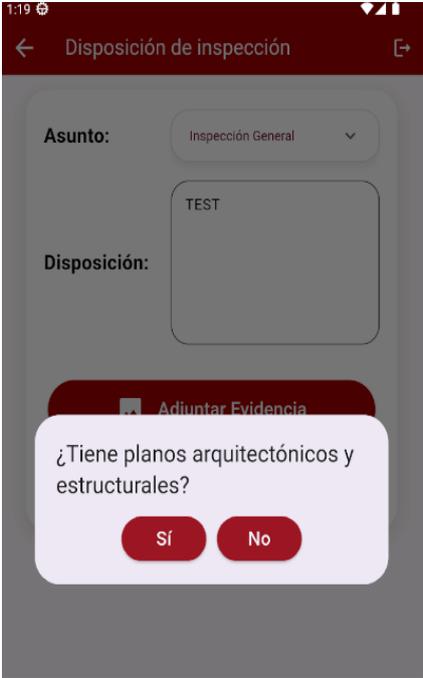
Guardar

Nota: Elaboración propia.

El usuario debe comenzar seleccionando el tipo de inspección "control construcción" y completar el registro de disposición de inspección mostrado en la Figura 26. Al continuar con el proceso, se presenta un cuadro de confirmación, como se ilustra en la Figura 30. En caso de incumplimiento, el usuario deberá llenar el formulario correspondiente, visible en la Figura 31.

Figura 30

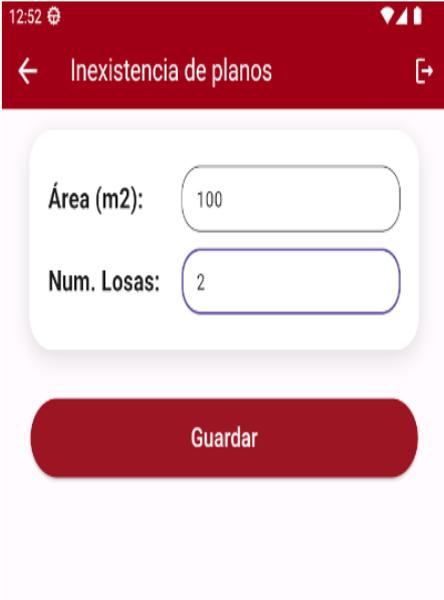
Cuadro de confirmación de disponibilidad de planos arquitectónicos y estructurales



Nota: Elaboración propia.

Figura 31

Pantalla de registro de inexistencia de planos arquitectónicos y estructurales



Nota: Elaboración propia.

Para el registro de la revisión de planos arquitectónicos, primero debe confirmarse la disponibilidad de estos, ver Figura 30, el formulario se registra con los campos indicados en la Figura 32.

Figura 32

Pantalla de registro de disposición de inspección

1:22

← Revisión de planos arquitectónicos →

Art. Planos aprobados

Sin alteraciones de proyecto

Área (m2): 100

Num. Losas: 2

Área está conforme a los planos

Número de losas está conforme a los planos

Planos se encuentran vigentes

Subir Imagen

Continuar revisión

Nota: Elaboración propia.

Si la revisión de planos arquitectónicos no es satisfactoria, el usuario deberá completar el formulario de incumplimiento que se muestra en la Figura 33.

Figura 33

Pantalla de registro de incumplimiento en revisión de planos arquitectónicos

The screenshot displays a mobile application interface for reviewing architectural plans. At the top, there is a dark red header with the text "Revisión de planos arquitectónicos" and navigation icons. Below the header, there is a list of items, each with a checkbox. The first item is "Art. Planos aprobados" and the second is "Sin alteraciones de proyecto". Below the list, there are two input fields: "Área (m2)" with the value "100" and "Num. Losas" with the value "2". At the bottom, there are two red buttons: "Subir Imagen" and "Terminar revisión".

Nota: Elaboración propia.

El usuario puede registrar el incremento o la disminución del área y del número de losas en caso de que estos no se encuentren de conformidad con los planos arquitectónicos, ver Figura 34.

Figura 34

Pantalla de registro de incrementos de área y número de losas en revisión de planos arquitectónicos

1:32

← Revisión de planos arquitectónicos →

Sin alteraciones de proyecto

Área (m2):

Num. Losas:

Área está conforme a los planos

Número de losas está conforme a los planos

Planos se encuentran vigentes

Incremento Disminución

Incremento Disminución

Subir Imagen

Continuar revisión

Nota: Elaboración propia.

- Reunión de retrospectiva

Fecha: 04/04/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog revisado y entrega del producto (incremento).

Tabla 39

Plan de mejora Sprint 4

Plan de mejora

- Aciertos**
- Se realizaron correctamente las validaciones de incumplimiento de permisos y planos.
 - Registro de revisión de planos arquitectónicos.

- Registro de revisión de permisos.

Problemas

- Falta de una clasificación clara de los tipos de inspecciones para definir correctamente el flujo del proceso de inspección.

Mejoras

- Centralización de widgets dinámicos para su reutilización en futuras pantallas.

2.4.5. Número de Sprint: 5

- Reunión: 05/04/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog – Sprint 5.

- Sprint Backlog - Sprint 5.

Tabla 40

Sprint Backlog - Sprint 5

Historias de Usuario	Nombre	Tarea	Horas
HSCC-11	Inspección de control de	Codificar servicios para registro en el servidor.	3
	construcciones –	Codificar formulario de revisión de planos estructurales.	4
	Revisión de planos	Pruebas	1
	estructurales.	Corrección de errores.	1
HSCC-12		Codificar servicios para registro en servidor.	2

Inspección de control de construcciones –	Codificar formulario de revisión de rótulo.	4
Revisión de rótulo.	Pruebas	1
	Corrección de errores	1

- Revisión: 25/04/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholders y Equipo de desarrollo.

Resultados: Revisión del Sprint Backlog y validación de las pruebas de aceptación. Se presenta un entregable funcional.

- Pruebas de aceptación

Tabla 41

Pruebas de aceptación Sprint 5

Historias de Usuario	Nombre	Funcionalidad	Aprobado	
			SI	NO
HSCC-11	Inspección de control de construcciones – Revisión de planos estructurales.	Registrar el formulario de inexistencia de planos y finalizar la inspección en caso de no tener los planos estructurales aprobados.	X	
		Registrar el formulario de incumplimiento y finalizar la inspección en caso de incumplir con los requisitos de la revisión de planos estructurales necesarios para continuar con el proceso de inspección.	X	
HSCC-12	Inspección de control de construcciones – Revisión de rótulo.	Registrar el formulario de revisión de rótulo.	X	

- Incremento del producto

El usuario debe haber completado previamente la revisión de planos arquitectónicos, ver Figura 32. Al continuar con el proceso, se desplegará el formulario de revisión de planos estructurales con los campos requeridos, ilustrados en la Figura 35. En caso de incumplimiento, el usuario deberá completar el formulario correspondiente, visible en la Figura 36.

Figura 35

Pantalla de registro de revisión de planos estructurales

11:28

← Revisión de planos estructurales →

Art. Tiene planos aprobados

Área (m2): Ingresa el area (m2)

Num. Losas: Ingresa el número ...

Número de losas está conforme a los planos

Planos se encuentran vigentes

Revisión de cimentación y permisos

Nota: Elaboración propia.

Figura 36

Pantalla de registro de incumplimiento en la aprobación de planos estructurales

The screenshot shows a mobile application interface with a dark red header. The header contains a back arrow, the text "Revisión de planos estructurales", and a forward arrow. Below the header is a white card with a red icon of a person and the text "Art. Tiene planos aprobados" followed by a checkbox. Below this card are two input fields: "Área (m2):" with the value "100" and "Num. Losas:" with the value "2". At the bottom of the screen are two red buttons: "Adjuntar Evidencia" with a camera icon and "Terminar revisión".

Nota: Elaboración propia.

El usuario debe verificar que el número de losas este conforme con los planos estructurales. En caso de inconsistencia, también deberá registrar la diferencia correspondiente, ya sea un incremento o disminución de losas, como se muestra en la Figura 37.

Figura 37

Pantalla de registro de permisos

1:42

← Revisión de planos estructurales →

Art. Tiene planos aprobados

Área (m2): 100

Num. Losas: 2

Número de losas está conforme a los planos

Planos se encuentran vigentes

Revisión de cimentación y permisos

Diferencia de losas Incremento Disminución

Adjuntar Evidencia

Guardar

Nota: Elaboración propia.

Una vez completada la revisión de planos estructurales, el usuario debe revisar el rótulo de la construcción completando los campos mostrados en la Figura 38.

Figura 38

Pantalla de registro de revisión de rótulo

12:08

← Revisión de rótulo →

Tiene rotulo

El rótulo guarda relación con el formulario FPC

Adjuntar Evidencia

Guardar

Nota: Elaboración propia.

- Reunión de retrospectiva

Fecha: 25/04/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog revisado y entrega del producto (incremento).

Tabla 42

Plan de mejora Sprint 5

Plan de mejora	
Aciertos	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizaron correctamente las validaciones de incumplimiento de aprobación en los planos estructurales. • Registro de revisión de planos estructurales. • Registro de revisión de rótulo de construcción.
Problemas	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica.
Mejoras	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica.

2.4.6. Número de Sprint: 6

- Reunión: 26/04/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog – Sprint 6.

- Sprint Backlog - Sprint 6.

Tabla 43

Sprint Backlog - Sprint 6

Historias de Usuario	Nombre	Tarea	Horas
HSCC-13	Definición de etapas y viviendas.	Codificar servicios para registro en el servidor.	3
		Codificar formulario para definir el número de etapas necesarias y las viviendas que se inspeccionarán en cada una de ellas.	10
		Codificar formulario para definir el número de pisos a inspeccionar por cada vivienda.	10
		Codificar pantalla de control y selección de etapas de inspección.	8
		Codificar pantalla de menú de actividades de inspección.	3
		Pruebas	2
		Corrección de errores.	4
HSCC-14	Control e inspección de viviendas – Revisión de pisos.	Codificar servicios para registro en el servidor.	6
		Codificar el menú principal con opciones para acceder a las inspecciones de columnas, vigas y losas.	2
		Codificar formulario de registro de revisión de cadenas de cimentación de vivienda.	2
		Codificar formulario de registro de revisión de columnas.	5
		Codificar formulario de registro de revisión de vigas.	3

Codificar formulario de registro de revisión de losas.	3
Pruebas	1
Corrección de errores	3

- Revisión: 16/05/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholders y Equipo de desarrollo.

Resultados: Revisión del Sprint Backlog y validación de las pruebas de aceptación. Se presenta un entregable funcional.

- Pruebas de aceptación

Tabla 44

Pruebas de aceptación Sprint 6

Historias de Usuario	Nombre	Funcionalidad	Aprobado	
			SI	NO
HSCC-13	Definición de etapas y viviendas.	Registrar el formulario de etapas y viviendas especificadas.	X	
		Registrar el formulario definición de pisos por vivienda.	X	
		Navegación en la lista de control de etapas de inspección.	X	
		Navegación en el menú de actividades de inspección.	X	
HSCC-14	Control e inspección de viviendas –	Navegación en el menú de opciones de inspección de columnas, losas y vigas.	X	
		Registrar el formulario de revisión de cadenas de cimentación de vivienda.	X	

Revisión de pisos.	Registrar el formulario de revisión de columnas.	X
	Registrar el formulario de revisión de losas.	X
	Registrar el formulario de revisión de vigas.	X

- Incremento del producto

El usuario debe completar la revisión de planos y rótulo conforme al flujo de inspección del tipo "Control construcción", o la revisión de permisos según el flujo de inspección del tipo "Varios trabajos". A continuación, define el número de etapas y viviendas que se inspeccionarán, como se muestra en la Figura 39, y luego especifica el número de pisos de cada vivienda asociada a cada etapa, tal como se observa en la Figura 39.

Figura 39

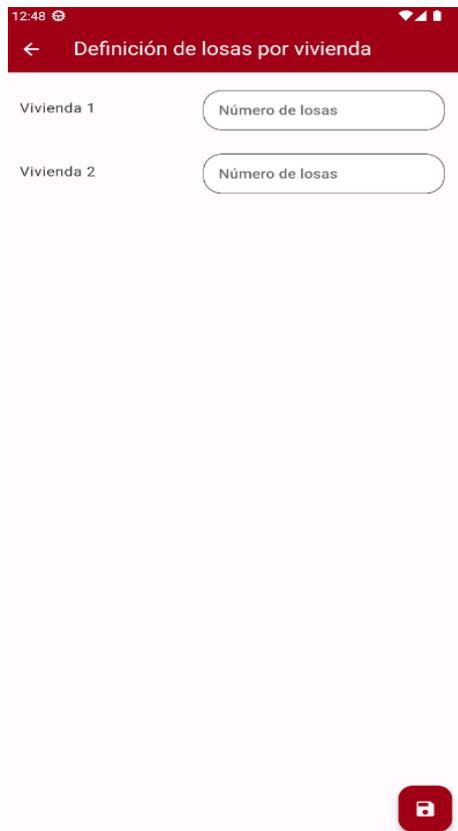
Pantalla de registro de definición de etapas y viviendas



Nota: Elaboración propia.

Figura 40

Pantalla de registro de número de losas por vivienda



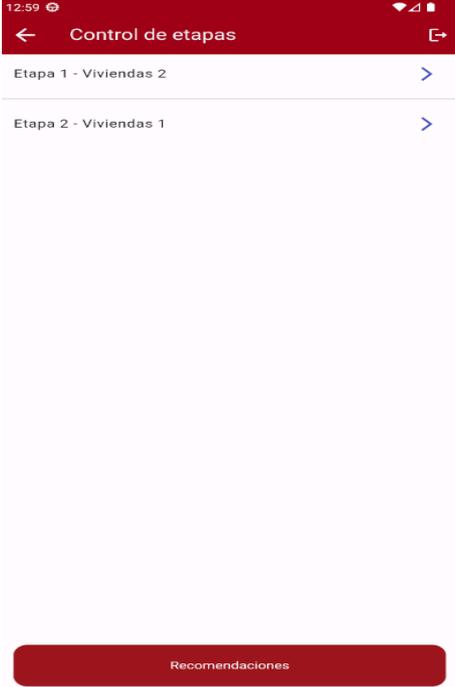
The screenshot shows a mobile application interface with a red header bar. The header contains a back arrow and the text 'Definición de losas por vivienda'. Below the header, there are two rows of input fields. The first row is labeled 'Vivienda 1' and has a text input field with the placeholder text 'Número de losas'. The second row is labeled 'Vivienda 2' and also has a text input field with the placeholder text 'Número de losas'. At the bottom right of the screen, there is a red square button with a white save icon.

Nota: Elaboración propia.

Una vez definidas las etapas y viviendas, el sistema redirige al usuario a una pantalla que presenta la lista de etapas definidas, como se muestra en la Figura 41. El usuario debe seleccionar una de estas etapas, tras lo cual será redirigido a la pantalla de control de inspección de viviendas. En esta pantalla, puede iniciar la inspección seleccionando una de las opciones de la lista, tal como se ilustra en la Figura 42.

Figura 41

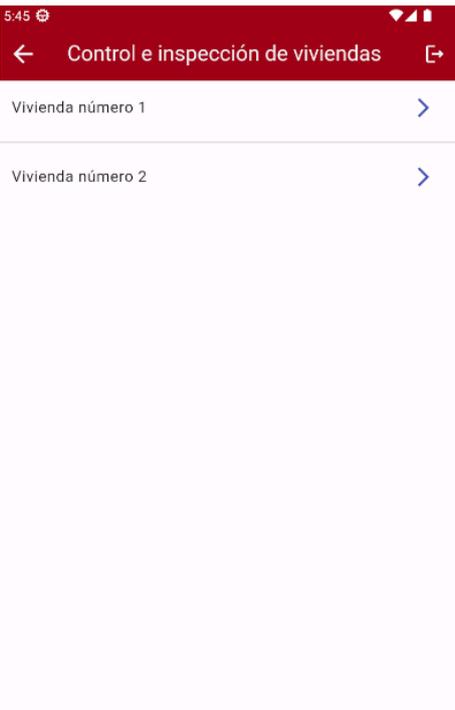
Pantalla de control de etapas



Nota: Elaboración propia.

Figura 42

Pantalla de control e inspección de viviendas



Nota: Elaboración propia.

Cuando el usuario selecciona una vivienda de la lista en la pantalla de control de inspección de viviendas, como se muestra en la Figura 42, el sistema lo redirigirá a la pantalla del menú de actividades de inspección por vivienda, ilustrada en la Figura 43.

Figura 43

Pantalla de menú de actividades de inspección



Nota: Elaboración propia.

Para comenzar la revisión de cadenas de cimentación, columnas, losas y vigas, el usuario selecciona la opción "Revisión de pisos" en el menú de actividades. El sistema redirige al usuario a una pantalla que incluye el formulario de registro para las cadenas de cimentación y el menú de revisión para columnas, losas y vigas, como se muestra en la Figura 44.

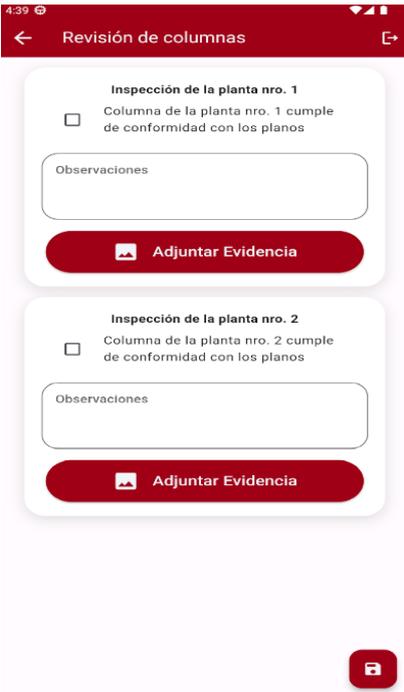
Figura 44

Pantalla de revisión de pisos



Nota: Elaboración propia.

Figura 45 Pantalla de registro de revisión de columnas



Nota: Elaboración propia.

Figura 46

Pantalla de registro de revisión de vigas



Nota: Elaboración propia.

Figura 47

Pantalla de registro de revisión de losas



Nota: Elaboración propia.

- Reunión de retrospectiva

Fecha: 16/05/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog revisado y entrega del producto (incremento).

Tabla 45

Plan de mejora Sprint 6

Plan de mejora	
Aciertos	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de revisión de columnas. • Registro de revisión de losas. • Registro de revisión de vigas. • Registro de definición de etapas y viviendas. • Creación del menú de opciones de inspección de columnas, losas y vigas. • Creación de menú de actividades de inspección. • Creación de lista de control para las etapas y viviendas definidas en la inspección.
Problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de patrón de diseño Singleton.
Mejoras	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación en el uso de patrones de diseño creacional.

2.4.7. Número de Sprint: 7

- Reunión: 17/05/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog – Sprint 7.

- Sprint Backlog - Sprint 7.

Tabla 46

Sprint Backlog - Sprint 7

Historias de Usuario	Nombre	Tarea	Horas
HSCC-15	Control e inspección de viviendas – Revisión de alturas.	Codificar servicios para registro en el servidor.	1
		Codificar formulario de registro de revisión de altura de edificaciones.	4
		Codificar formulario para registro de incumplimiento en la altura de la edificación en relación con los planos.	3
		Pruebas	1
		Corrección de errores.	1
HSCC-16	Control e inspección de viviendas – Revisión de retiros.	Codificar servicios para registro en el servidor.	1
		Codificar el menú principal con opciones para acceder a las inspecciones de retiros y voladizos.	1
		Codificar el menú de retiros para acceder a las revisiones de construcción en retiro lateral, posterior y frontal.	1
		Codificar formulario de registro de revisión de construcción en retiro lateral.	3
		Codificar formulario de registro de revisión de construcción en retiro posterior.	3
		Codificar formulario de registro de revisión de construcción en retiro frontal.	3

Codificar formulario de registro de revisión de voladizos.	3
Pruebas	1
Corrección de errores	1

- Revisión: 07/06/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholders y Equipo de desarrollo.

Resultados: Revisión del Sprint Backlog y validación de las pruebas de aceptación. Se presenta un entregable funcional.

- Pruebas de aceptación

Tabla 47

Pruebas de aceptación Sprint 7

Historias de Usuario	Nombre	Funcionalidad	Aprobado	
			SI	NO
HSCC-15	Control e inspección de viviendas – Revisión de alturas.	Registrar el formulario de altura de edificaciones.	X	
		Registrar el formulario de incumplimiento de altura de edificaciones en relación con los planos.	X	
HSCC-16	Control e inspección de viviendas – Revisión de retiros.	Navegación en el menú de opciones de inspección de retiros y voladizos.	X	
		Navegación en el menú de opciones de revisión de construcciones en retiro lateral, posterior y frontal.	X	
		Registrar el formulario de revisión de voladizos.	X	
		Registrar el formulario de revisión de construcción en retiro lateral.	X	

Registrar el formulario de revisión de construcción en retiro posterior. X

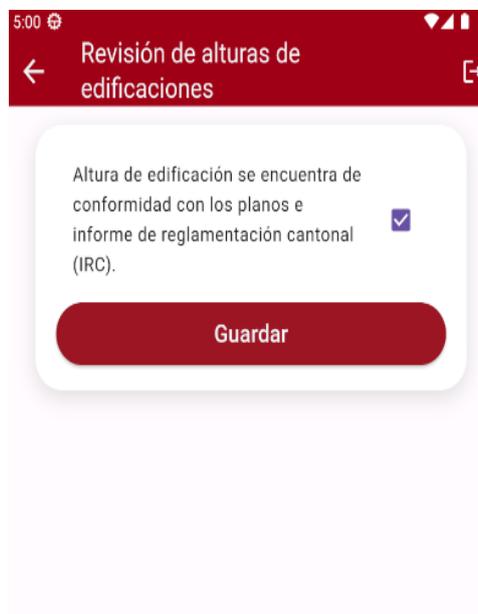
Registrar el formulario de revisión de construcción en retiro frontal. X

- Incremento del producto

Para iniciar la revisión de altura de la vivienda, el usuario debe seleccionar la opción "Revisión de alturas" en el menú de actividades. El sistema lo redirigirá a la pantalla de revisión de altura de edificaciones, como se muestra en la Figura 48. Si la altura de la edificación no cumple con los planos, el usuario deberá completar los campos del formulario ilustrado en la Figura 49.

Figura 48

Pantalla de registro de revisión de alturas.



Nota: Elaboración propia.

Figura 49

Pantalla de registro de incremento de altura en la edificación

4:55

← Revisión de alturas de edificaciones →

Altura de edificación se encuentra de conformidad con los planos e informe de reglamentación cantonal (IRC).

Incremento de pizos/altura no autorizados en la zonificación

Área:

Altura:

Observaciones:

Adjuntar Evidencia

Terminar inspección

Nota: Elaboración propia.

Para iniciar la revisión de retiros y voladizos de la vivienda, el usuario debe seleccionar la opción "Revisión de retiros" en el menú de actividades. El sistema lo redirigirá al menú de opciones para la revisión de retiros y voladizos, ver Figura 50. Para comenzar con la revisión de retiros, el usuario debe seleccionar la opción correspondiente, y el sistema lo redirigirá al menú de opciones para la revisión de construcciones en retiro lateral, posterior y frontal, como se muestra en la Figura 51.

Figura 50

Pantalla de menú de opciones para la revisión de retiros y voladizos



Nota: Elaboración propia.

Figura 51

Pantalla de menú de opciones para la revisión de retiros



Nota: Elaboración propia.

El usuario puede realizar la revisión de construcciones en los retiros lateral, posterior y frontal. Si se detecta una invasión en alguno de los retiros, deberá registrar el área afectada y adjuntar evidencia como dato adicional.

Figura 52

Pantalla de registro de revisión de retiro lateral



Nota: Elaboración propia.

Figura 53

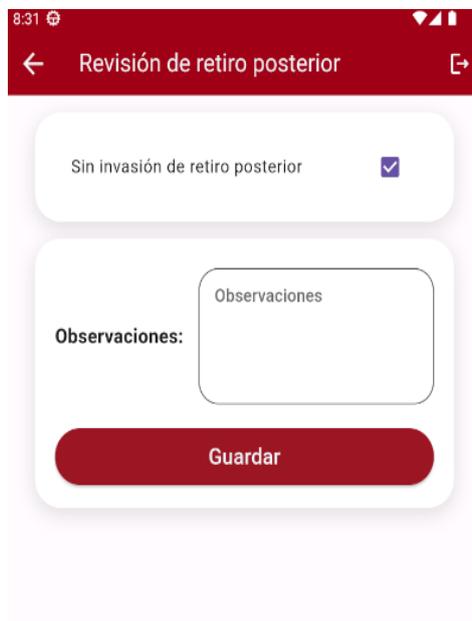
Pantalla de registro de revisión de retiro lateral en caso de incumplimiento



Nota: Elaboración propia.

Figura 54

Pantalla de registro de revisión de retiro posterior



8:31

← Revisión de retiro posterior →

Sin invasión de retiro posterior

Observaciones:

Observaciones

Guardar

Nota: Elaboración propia.

Figura 55

Pantalla de registro de revisión de retiro posterior en caso de incumplimiento



8:32

← Revisión de retiro posterior →

Sin invasión de retiro posterior

Observaciones:

Observaciones

Área:

Ingresar área

Adjuntar Evidencia

Guardar

Nota: Elaboración propia.

Figura 56

Pantalla de registro de revisión de retiro frontal



The screenshot shows a mobile application interface with a dark red header bar containing a back arrow, the text "Revisión de retiro frontal", and a share icon. Below the header, there is a white rounded rectangle containing the text "Sin invasión de retiro frontal" followed by a checked checkbox. Underneath this is another white rounded rectangle with the label "Observaciones:" on the left and a text input field on the right containing the placeholder text "Observaciones". At the bottom of this section is a dark red rounded button with the text "Guardar".

Nota: Elaboración propia.

Figura 57

Pantalla de registro de revisión de retiro frontal en caso de incumplimiento



The screenshot shows a mobile application interface with a dark red header bar containing a back arrow, the text "Revisión de retiro frontal", and a share icon. Below the header, there is a white rounded rectangle containing the text "Sin invasión de retiro frontal" followed by an unchecked checkbox. Underneath this is another white rounded rectangle with the label "Observaciones:" on the left and a text input field on the right containing the placeholder text "Observaciones". Below that is a white rounded rectangle with the label "Área:" on the left and a text input field on the right containing the placeholder text "Ingresar área". At the bottom of this section are two dark red rounded buttons: the top one contains a camera icon and the text "Adjuntar Evidencia", and the bottom one contains the text "Guardar".

Nota: Elaboración propia.

El usuario puede realizar la revisión de voladizos seleccionando la opción "Revisión de voladizos" en el menú mostrado en la Figura 50. El sistema lo redirigirá a la pantalla que se muestra en la Figura 58, donde deberá llenar los campos correspondientes.

Figura 58

Pantalla de registro de revisión de voladizos

8:53

← Revisión de voladizos →

Informativo

Se permiten voladizos de hasta el 25% del ancho de la acera.

Voladizos de acuerdo con las normas vigentes.

Observaciones: Observaciones

Guardar

Nota: Elaboración propia.

Figura 59

Pantalla de registro de revisión de voladizos en caso de incumplimiento

8:46

← Revisión de voladizos →

Informativo

Se permiten voladizos de hasta el 25% del ancho de la acera.

Voladizos de acuerdo con las normas vigentes.

Observaciones: Observaciones

Área: Ingresar área del predio

Adjuntar Evidencia

Guardar

Nota: Elaboración propia.

- Reunión de retrospectiva

Fecha: 07/06/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog revisado y entrega del producto (incremento).

Tabla 48

Plan de mejora Sprint 7

Plan de mejora	
Aciertos	<ul style="list-style-type: none">• Registro de revisión de voladizos.• Registro de revisión de construcciones en retiro lateral, frontal y posterior.• Registro de revisión de alturas de edificaciones.

- Creación del menú de opciones de revisión de retiros y voladizos.
- Creación de menú de opciones de revisión de construcciones en retiro lateral, posterior y frontal.

Problemas • Implementación de patrón de diseño Singleton.

Mejoras • No aplica.

2.4.8. Número de Sprint: 8

- Reunión: 10/06/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog – Sprint 8.

- Sprint Backlog - Sprint 8.

Tabla 49

Sprint Backlog - Sprint 8

Historias de Usuario	Nombre	Tarea	Horas
HSCC-17	Control e inspección de viviendas –	Codificar servicios para registro en el servidor.	3
	Revisión de normas de seguridad.	Codificar formulario de registro de revisión de normas de seguridad.	10
		Pruebas	1
		Corrección de errores.	1
HSCC-18		Codificar servicios para registro en el servidor.	3

	Control e inspección de viviendas – Uso de vía pública y	Codificar el menú principal con opciones para acceder a las revisiones de cerramiento, calzada y vereda, arroj de escombros.	2
	revisión de cerramiento.	Codificar formulario de registro de revisión de cerramiento.	8
		Codificar la automatización para calcular la vigencia de los permisos de cerramiento en función de la fecha de emisión y el plazo otorgado.	5
		Pruebas	1
		Corrección de errores	1
HSCC-19	Control e inspección de viviendas – Uso de vía pública y	Codificar servicios para registro en el servidor.	5
	revisión de calzada y vereda.	Codificar formulario de registro de revisión de calzada y vereda.	6
		Pruebas	2
		Corrección de errores	2
HSCC-20	Control e inspección de viviendas – Uso de vía pública y	Codificar servicios para registro en el servidor.	2
	revisión de arroj de escombros.	Codificar formulario de registro de revisión de calzada y vereda.	2
		Pruebas	2
		Corrección de errores	2

- Revisión: 28/06/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholders y Equipo de desarrollo.

Resultados: Revisión del Sprint Backlog y validación de las pruebas de aceptación. Se presenta un entregable funcional.

- Pruebas de aceptación

Tabla 50

Pruebas de aceptación Sprint 8

Historias de Usuario	Nombre	Funcionalidad	Aprobado	
			SI	NO
HSCC-17	Control e inspección de viviendas – Revisión de normas de seguridad.	Registrar el formulario de revisión de normas de seguridad.	X	
		Registrar el formulario de incumplimiento de normas de seguridad.	X	
HSCC-18	Control e inspección de viviendas – Uso de vía pública y revisión de cerramiento.	Navegación en el menú de opciones de revisión de cerramiento, calzada y vereda, arrojo de escombros.	X	
		Registrar formulario de revisión de cerramiento.	X	
		Calculo automático de vigencia de documentos de permiso de cerramiento mediante los campos de fecha de emisión y plazo otorgado.	X	
HSCC-19	Control e inspección de viviendas – Uso de vía pública y revisión de calzada y vereda.	Registrar formulario de revisión de calzada y vereda.	X	
		Registrar formulario de incumplimiento en caso de detectar daños en el área de calzada y vereda.	X	

HSCC-20	Control e inspección de viviendas – Uso de vía pública y revisión de arrojo de escombros.	Registrar formulario de revisión de arrojo de escombros.	X
		Registrar formulario de incumplimiento en caso de identificar escombros en la vía donde se realiza la construcción.	X

- Incremento del producto

Para comenzar la revisión de las normas de seguridad aplicadas en la construcción de viviendas, el usuario debe seleccionar la opción "Revisión de normas de seguridad" en el menú de actividades. El sistema lo llevará al formulario correspondiente, como se ilustra en la Figura 60. En caso de detectar el incumplimiento de alguna norma, el usuario deberá agregar evidencia adicional en formato de imagen para cada norma incumplida, tal como se muestra en la Figura 61.

Figura 60

Pantalla de registro de revisión de normas de seguridad

The screenshot shows a mobile application interface for safety norm review. At the top, there is a red header bar with the text 'Revisión de normas de seguridad' and navigation icons. Below the header, there are three white rounded rectangular cards, each representing a safety norm. Each card has a checked checkbox on the left and a text input field labeled 'Observaciones' on the right. The norms listed are: 'Implementación de normas de seguridad', 'Cerramiento de protección', and 'Señalética'. At the bottom right of the screen, there is a red circular button with a white camera icon, indicating a function to capture images as evidence.

Nota: Elaboración propia.

Figura 61

Pantalla de registro de incumplimiento de revisión de normas de seguridad

12:07

← Revisión de normas de seguridad →

Implementación de normas de seguridad

Observaciones

Adjuntar Evidencia

Cerramiento de protección

Observaciones

Adjuntar Evidencia

Señalética

Observaciones

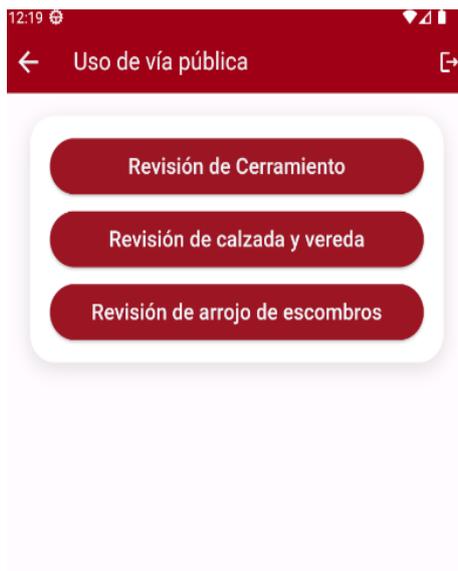
Adjuntar Evidencia

Nota: Elaboración propia.

Para iniciar la revisión de uso de vía pública, el usuario debe seleccionar la opción "Revisión de uso de vía pública" en el menú de actividades. El sistema lo redirigirá al menú de opciones correspondiente, como se muestra en la Figura 62. Si desea realizar la revisión de cerramiento, el usuario debe elegir la opción respectiva, y el sistema lo redirigirá al formulario con los campos requeridos, ilustrado en la Figura 63.

Figura 62

Pantalla de menú de opciones para la revisión de uso de vía pública



Nota: Elaboración propia.

Figura 63

Pantalla de registro de revisión de cerramiento



Nota: Elaboración propia.

Figura 64

Pantalla de registro de revisión de calzada y vereda



Nota: Elaboración propia.

Figura 65

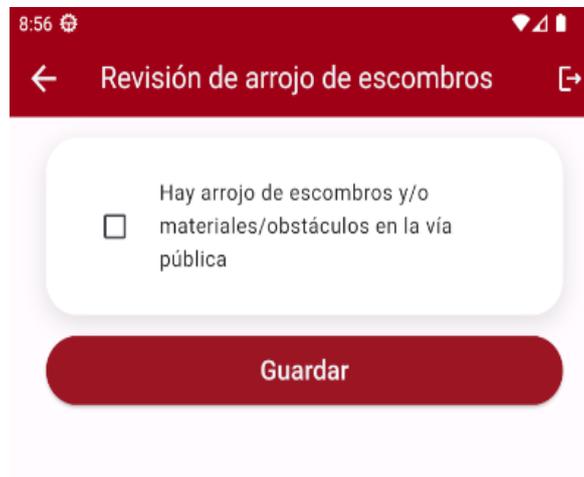
Pantalla de registro de revisión de calzada y vereda en caso de incumplimiento



Nota: Elaboración propia.

Figura 66

Pantalla de registro de revisión de arroj de escombros



8:56

← Revisión de arroj de escombros →

Hay arroj de escombros y/o materiales/obstáculos en la vía pública

Guardar

Nota: Elaboración propia.

Figura 67

Pantalla de registro de revisión de arroj de escombros en caso de incumplimiento



8:48

← Revisión de arroj de escombros →

Hay arroj de escombros y/o materiales/obstáculos en la vía pública

Área:

Observaciones:

Adjuntar Evidencia

Guardar

Nota: Elaboración propia.

- Reunión de retrospectiva

Fecha: 28/06/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog revisado y entrega del producto (incremento).

Tabla 51

Plan de mejora Sprint 8

Plan de mejora	
Aciertos	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de revisión de normas de seguridad. • Registro de revisión de cerramiento. • Registro de revisión de calzada y vereda. • Registro de arrojo de escombros. • Creación de menú de opciones de revisión de construcciones en retiro cerramiento, calzada y vereda, arrojo de escombros.
Problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de patrón de diseño Singleton.
Mejoras	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica.

2.4.9. Número de Sprint: 9

- Reunión: 01/07/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog – Sprint 9.

- Sprint Backlog - Sprint 9.

Tabla 52

Sprint Backlog - Sprint 9

Historias de Usuario	Nombre	Tarea	Horas
HSCC-21	Control e inspección de viviendas – Terminar inspección de vivienda.	Codificar servicios para actualizar estado de la inspección.	5
		Codificar servicios para verificar que se hayan completado todas las revisiones del proceso de inspección de vivienda.	7
		Pruebas	1
		Corrección de errores.	2

- Revisión: 01/07/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholders y Equipo de desarrollo.

Resultados: Revisión del Sprint Backlog y validación de las pruebas de aceptación. Se presenta un entregable funcional.

- Pruebas de aceptación

Tabla 53

Pruebas de aceptación Sprint 9

Historias de Usuario	Nombre	Funcionalidad	Aprobado	
			SI	NO
HSCC-21	Control e inspección de viviendas – Revisión de alturas.	Finalizar la inspección de la vivienda utilizando un botón que actualice el estado del proceso según el cumplimiento o incumplimiento de todas las revisiones requeridas.	X	

- Incremento del producto

Para finalizar la inspección de la vivienda, el usuario debe acceder a la pantalla del menú de actividades de inspección, mostrada en la Figura 43, y presionar el botón "Terminar inspección de vivienda". Al hacerlo, el sistema verificará que todas las revisiones hayan sido completadas. Si se han realizado correctamente, el estado de la inspección se actualizará a "Finalizado"; de lo contrario, permanecerá en estado "Pendiente". La información sobre la inspección realizada y su estado se puede consultar en la pantalla de inspección de control de construcción, ilustrada en la Figura 24.

- Reunión de retrospectiva

Fecha: 01/07/2024

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog revisado y entrega del producto (incremento).

Tabla 54

Plan de mejora Sprint 9

Plan de mejora	
Aciertos	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de revisiones realizadas en el proceso de inspección de la vivienda. • Actualización del estado de inspección a nivel de vivienda, etapa e inspección en general.
Problemas	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica.
Mejoras	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica.

2.5. Implementación y Entrega del Proyecto

2.5.1. Número de Sprint: 10

- Reunión – planificación - 22/07/2024.

Asistentes: Scrum Master, Stakeholder y Equipo de desarrollo.

Resultados: Sprint Backlog – Sprint 10.

Tabla 55

Sprint Backlog – Sprint 10

Historias de Usuario	Nombre	Tarea	Horas
Entrega del desarrollo	Implementación del proyecto y entrega de recursos.	Configuración contenedor Docker.	3
		Levantar el servidor con los servicios REST.	2
		Configurar la aplicación para el ambiente en producción.	3
		Redactar manual técnico y de usuario	10

2.5.2. Despliegue en el ambiente de producción

Al finalizar las revisiones y la integración de los incrementos de producto definidos a lo largo de las distintas etapas del desarrollo del proyecto, se procedió a realizar las configuraciones necesarias para el despliegue en el entorno de producción. Este proceso incluyó la preparación y configuración de los servicios REST desarrollados, asegurando su correcta funcionalidad, y la implementación de la base de datos correspondiente.

- **Backend**

En el backend, se desarrollaron los servicios utilizando el lenguaje PHP en conjunto con el framework Laravel. En esta etapa, se realizaron las configuraciones necesarias para adaptar tanto las conexiones como los ajustes específicos al entorno de producción.

Para manejar las variables de entorno de Laravel se utilizó el archivo “.env”, el cual centralizó las configuraciones clave para el funcionamiento del proyecto. Como se muestra en la Figura 68, a través de este archivo se establecieron credenciales

para la conexión a la base de datos, se definieron esquemas específicos relacionados con la arquitectura del sistema, se configuraron parámetros generales del API y se ajustaron otros parámetros necesarios para garantizar un despliegue eficiente en el entorno de producción.

Figura 68

Configuraciones en el archivo .env

```
.env
1 APP_NAME=Laravel
2 APP_ENV=local
3 APP_KEY=base64:4hBSGjfdUui15prX0eEgkWxsfuXHVGuvgz/6j3l80U=
4 APP_DEBUG=true
5 APP_URL=http://localhost
6
7 LOG_CHANNEL=stack
8 LOG_DEPRECATIONS_CHANNEL=null
9 LOG_LEVEL=debug
10
11 DB_CONNECTION=pgsql
12 DB_HOST=172.16.8.75
13 DB_PORT=5432
14 DB_DATABASE=bddimi_dev
15 DB_USERNAME=jacarcelenb
16 DB_PASSWORD=
17 DB_SCHEMA=core,appmovil,rentas
18
19
20 DB_CONNECTION_PROD=pgsql
21 DB_HOST_PROD=172.16.8.91
22 DB_PORT_PROD=5432
23 DB_DATABASE_PROD=bddimi
24 DB_USERNAME_PROD=app_movil
25 DB_PASSWORD_PROD=
26 DB_SCHEMA_PROD=core,appmovil,rentas
27
```

Para garantizar un entorno de ejecución consistente y evitar problemas relacionados con versiones o dependencias del sistema, se optó por desplegar los servicios mediante un contenedor Docker. En la Figura 68 se detalla parte de las configuraciones implementadas en el Dockerfile, que incluyen la instalación de extensiones de PHP necesarias, configuraciones específicas para PostgreSQL y OPCache, ajustes de permisos, y la habilitación del módulo de reescritura de Apache.

Figura 69

Configuración del archivo Dockerfile

```
1 # Build phase with composer
2 FROM php:8.1.6-bullseye as build
3
4 ## Setting working directory
5 WORKDIR /var/www/html
6
7 ## Removing block of installation of Debian's PHP packages
8 RUN rm /etc/apt/preferences.d/no-debian-php
9 RUN apt-get update
10
11 ## Copying project
12 COPY ./src/ /var/www/html
13
14 # Start phase
15 FROM php:8.1.6-apache-bullseye
16
17 ## Updating repository references
18 RUN apt-get update
19
20 ## Installing postgres pdo
21 RUN apt-get install -y libpq-dev \
22     && docker-php-ext-configure pgsql --with-pgsql=/usr/local/pgsql \
23     && docker-php-ext-install pdo pdo_pgsql pgsql
24
25 ## Installing opcache
26 RUN docker-php-ext-configure opcache --enable-opcache
27 COPY docker/dockerfiles/prod/php/opcache.ini /usr/local/etc/php/conf.d/opcache.ini
28
29 ## Copying project from build phase
30 COPY --from=build /var/www/html /var/www/html
31
32 ## Copying apache configuration file
33 COPY ./docker/dockerfiles/prod/php/000-default.conf /etc/apache2/sites-available/000-default.conf
34
35 ## Copying environment file
36 COPY ./src/.env /var/www/html/.env
37
38 ## Altering modes and permissions
39 RUN php artisan config:cache && \
40     php artisan route:cache && \
41     chmod 777 -R /var/www/html/storage/ && \
42     chown -R www-data:www-data /var/www/
43
44 ## Enabling module rewrite.
45 RUN a2enmod rewrite
46
47 ## Creating symlink in order to make files public
48 RUN ln -sf /var/www/html/storage/app/public/ /var/www/html/public/storage
49
50 EXPOSE 8089
```

Es importante destacar que los servicios desarrollados constituyen la lógica de negocio del módulo, y están diseñados exclusivamente para apoyar las funciones específicas del módulo de supervisión y control de construcciones, enfocándose en las tareas y procesos relacionados con su operatividad.

Figura 70

Servicios REST desplegados en el backend

```
//Construccion Lectura
Route::post('consultarPredios', [ConsPrediosController::class, 'consultarPredios']);
Route::post('consultarInspecciones', [ConsInspeccionesController::class, 'consultarInspecciones']);
Route::post('consultarControlCasas', [ControlCasas::class, 'consultarControlCasas']);
Route::post('consultarControlEtapas', [ControlEtapas::class, 'consultarControlEtapas']);
Route::post('consultarLosasConstruccion', [LosasConstruccion::class, 'consultarLosasConstruccion']);
Route::post('consultarLosasConstruccionPorParametros', [LosasConstruccion::class, 'consultarLosasConstruccionPorParametros']);
Route::post('consultarRevRetiros', [RevRetiros::class, 'consultarRevRetiros']);
Route::post('consultarRevisionAltura', [revisión_altura_controller::class, 'consultarRevisionAltura']);
Route::post('consultarRevNormasSeguridad', [NormasSeguridadController::class, 'consultarRevNormasSeguridad']);
Route::post('consultarRevisionUsoViaPublica', [InsViaPublica::class, 'consultarRevisionUsoViaPublica']);
Route::post('consultarRecomendaciones', [ConsInspeccionesController::class, 'consultarRecomendaciones']);
Route::post('consultarCatalogoAsuntos', [CatalogoAsuntosInspeccionController::class, 'consultarCatalogoAsuntos']);

//lectura de imagenes
Route::get('getImagenConstruccionBytesByNombre/{nombreImagen}', [ConsultaImagenesController::class, 'getImagenConstruccionBytesByNombre']);

//Construccion Escritura
Route::post('postRevPlanosArquitectonicos', [RevConstruccion::class, 'postRevPlanosArquitectonicos']);
Route::post('postRevPlanosEstructurales', [RevConstruccion::class, 'postRevPlanosEstructurales']);
Route::post('postRevPlanos', [RevConstruccion::class, 'postRevPlanos']);
Route::post('updateRevConstruccion', [RevConstruccion::class, 'updateRevConstruccion']);
Route::post('updateRevConstruccionRotulo', [RevConstruccion::class, 'updateRevConstruccionRotulo']);
Route::post('insertarNegacionInspeccion', [NegacionInspeccionController::class, 'insertarNegacionInspeccion']);

//InsViaPublica
Route::post('postRevCerramiento', [InsViaPublica::class, 'postRevCerramiento']);
Route::post('postRevCalzadoVereda', [InsViaPublica::class, 'postRevCalzadoVereda']);
Route::post('postRevEscombros', [InsViaPublica::class, 'postRevEscombros']);
Route::post('verificarUsoViaPublica', [InsViaPublica::class, 'verificarUsoViaPublica']);

//NormasSeguridadController
Route::post('postRevNormasSeguridad', [NormasSeguridadController::class, 'postRevNormasSeguridad']);
Route::post('verificarNormasSeguridad', [NormasSeguridadController::class, 'verificarNormasSeguridad']);

//RevRetiros
Route::post('postRevRetirosGeneral', [RevRetiros::class, 'postRevRetirosGeneral']);
Route::post('postRevRetiroLateral', [RevRetiros::class, 'postRevRetiroLateral']);
Route::post('postRevRetiroPosterior', [RevRetiros::class, 'postRevRetiroPosterior']);
Route::post('postRevRetiroFrontal', [RevRetiros::class, 'postRevRetiroFrontal']);
Route::post('postRevVoladizos', [RevRetiros::class, 'postRevVoladizos']);
Route::post('verificarRevisionRetiros', [RevRetiros::class, 'verificarRevisionRetiros']);

//revisión_altura_controller
Route::post('postRevisionAltura', [revisión_altura_controller::class, 'postRevisionAltura']);
Route::post('verificarRevisionAltura', [revisión_altura_controller::class, 'verificarRevisionAltura']);
```

```
//InsConstruccion
Route::post('updateInsConstruccion', [InsConstruccion::class, 'updateInsConstruccion']);
Route::post('updateAsuntoDisposicion', [InsConstruccion::class, 'updateAsuntoDisposicion']);
Route::post('postInsConstruccion', [InsConstruccion::class, 'postInsConstruccion']);
Route::post('updateRecomendaciones', [InsConstruccion::class, 'updateRecomendaciones']);
Route::post('updateEstadoInspeccion', [InsConstruccion::class, 'updateEstadoInspeccion']);
Route::post('verificadorInspeccion', [InsConstruccion::class, 'verificadorInspeccion']);
Route::post('eliminarInspeccionCorrupta', [InsConstruccion::class, 'eliminarInspeccionCorrupta']);
Route::post('verificadorRepeticionInspeccion', [InsConstruccion::class, 'verificadorRepeticionInspeccion']);
Route::post('reemplazoDeInspeccion', [InsConstruccion::class, 'reemplazoDeInspeccion']);

//ControlEtapas
Route::post('postControlEtapas', [ControlEtapas::class, 'postControlEtapas']);

//ControlCasas
Route::post('postControlCasas', [ControlCasas::class, 'postControlCasas']);
Route::post('updateControlCasas', [ControlCasas::class, 'updateControlCasas']);
Route::post('verificarYActualizarInspeccion', [ControlCasas::class, 'verificarYActualizarInspeccion']);

//losasConstruccion
Route::post('postCadenasConstruccion', [LosasConstruccion::class, 'postCadenasConstruccion']); //ya esta
Route::post('postColumnasConstruccion', [LosasConstruccion::class, 'postColumnasConstruccion']);
Route::post('postVigasConstruccion', [LosasConstruccion::class, 'postVigasConstruccion']);
Route::post('postLosasConstruccion', [LosasConstruccion::class, 'postLosasConstruccion']);
Route::post('verificarLosasConstruccion', [LosasConstruccion::class, 'verificarLosasConstruccion']);
```

- **FrontEnd**

En el frontend, se realizaron las configuraciones necesarias para el cliente desarrollado en Flutter, abarcando las credenciales de conexión para el consumo del API y sus servicios REST, además de los ajustes específicos para el entorno de producción definidos en el archivo AndroidManifest.xml. Como se muestra en el extracto de la Figura 71, en dicho archivo se establecen los permisos esenciales para el funcionamiento de la aplicación, tales como acceso a Internet, ubicación precisa y aproximada, estado de la red, y operaciones de lectura y escritura en el almacenamiento externo. Adicionalmente, se especifican el nombre y el ícono de la aplicación.

Figura 71

Principales configuraciones en el archivo AndroidManifest.xml

```
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android">
  <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
  <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
  <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION" />

  <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE" />

  <uses-permission android:name="android.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE" />

  <uses-permission android:name="android.permission.READ_EXTERNAL_STORAGE"/>
  <application
    android:label="Control CCP"
    android:name="${applicationName}"
    android:icon="@mipmap/launcher_icon">
```

Con la versión final del proyecto, se generó el archivo “.apk”, diseñado para ejecutarse en dispositivos Android. Su publicación en tiendas de aplicaciones no fue considerada, ya que su uso estará limitado exclusivamente al ámbito interno de la municipalidad, en particular para el departamento encargado de la supervisión y el control de construcciones.

- **Documentación**

Como parte final del proceso de implantación, se elaboró un manual técnico detallado (Anexo A), en el cual se incluyen diagramas, capturas clave que evidencian el proceso de configuración necesario para ejecutar el proyecto en entornos locales y de desarrollo, así como enlaces que direccionan a los repositorios donde se encuentra el código fuente.

Como complemento, se elaboró el manual de usuario (Anexo B), el cual detalla la estructura de la aplicación móvil desarrollada y proporciona instrucciones claras para el usuario final. Este documento describe de manera detallada la funcionalidad del módulo de supervisión y control de construcciones mediante imágenes que indican el flujo del proceso y explican todas las acciones que la aplicación permite realizar.

El desarrollo del proyecto culminó con la recepción de los siguientes entregables:

- Código fuente del proyecto.
- Implementación del backend en el servidor del departamento de TI.
- Manuales: técnico y de usuario.
- Pruebas de funcionalidad, operatividad con la tecnología.
- Capacitación general al funcionario encargado.

2.5.3. Entrega del Proyecto

Al concluir el desarrollo de todas las historias de usuario detalladas en el product backlog de la sección 2.1.3, junto con la finalización de las planificaciones, Sprints y revisiones, se presentó el producto de software completo. La entrega se llevó a cabo ante el Product Owner y la parte interesada (GAD de Ibarra).

- **Acta de Entrega Recepción.**

Figura 72

Acta de entrega y recepción de proyecto

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN SOFTWARE

ACTA DE ENTREGA RECEPCIÓN

TEMA: MÓDULO DE SUPERVISICONTROL DE CONSTRUCCIONES PARA EL GAD DE SAN MIGUEL DE IBARRA BASADA EN UNA ARQUITECTURA DE API REST PARA DISPOSITIVOS MÓVILES ANDROID.

En las instalaciones del Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Ibarra (GAD-Ibarra), el día 21 de octubre del 2024, Kevin Eduardo Olivo Revelo hace la entrega del “Módulo de control de construcciones para dispositivos móviles Android.”, al Ing. Carlos Gudiño, como representante de la parte interesada del proyecto (Stakeholders).

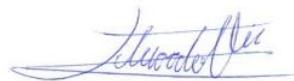
El módulo de control de construcciones del GAD - Ibarra, basado en una arquitectura API REST para dispositivos móviles Android, ofrece funcionalidades completas para gestionar el control y la supervisión de construcciones exteriores de manera eficiente y en tiempo real.

El módulo de la aplicación fue desarrollado conforme con los requisitos solicitados por los interesados en el proyecto.

Productos entregados:

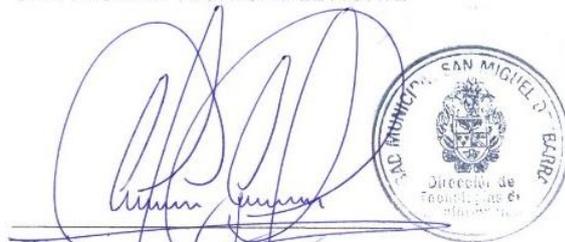
- Proyecto de desarrollo de software (Código Fuente).
- Implementación del proyecto en el servidor del departamento de TI.
- Manuales: técnico y de usuario.
- Pruebas de funcionalidad, operatividad con la tecnología.
- Capacitación al funcionario encargado.

Atentamente, ENTREGA CONFORME



Kevin Eduardo Olivo
TESISTA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

RECIBE CONFORME,



Ing. Carlos Gudiño

DIRECTOR DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN
GAD - IBARRA

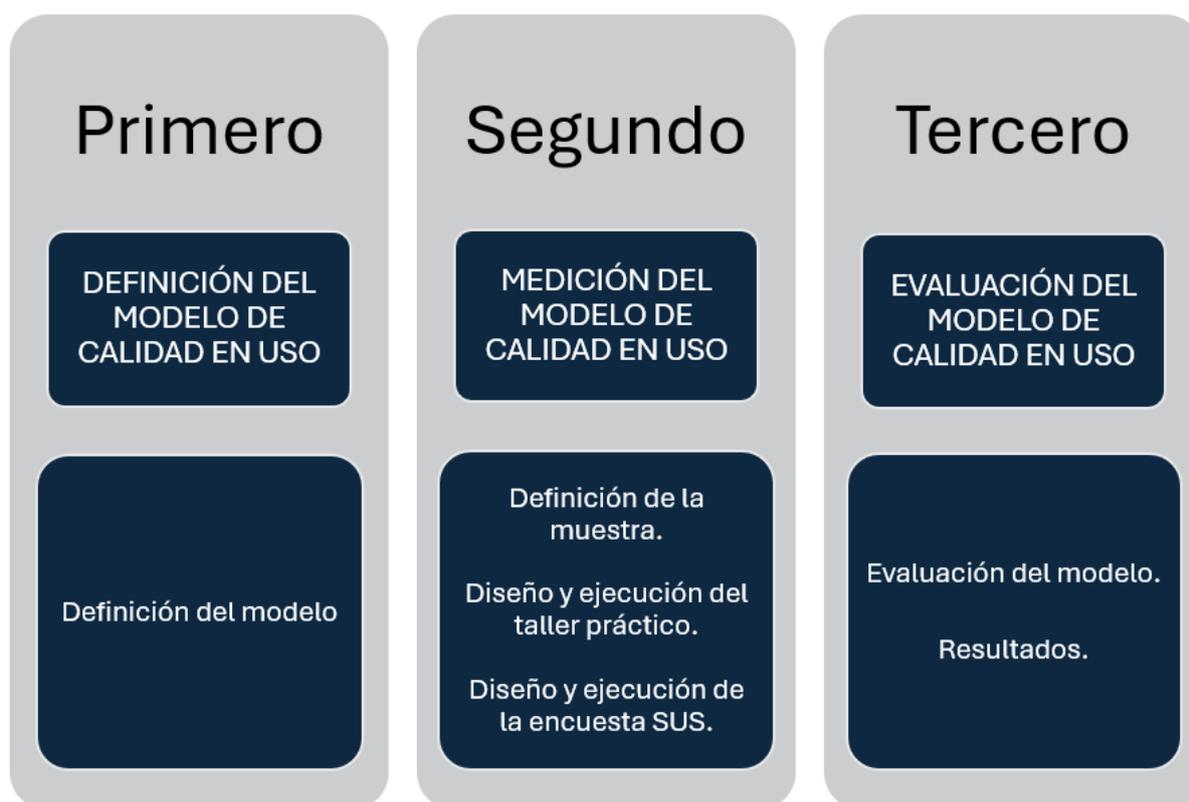
CAPÍTULO 3

Validación de resultados

Este capítulo se desarrolla siguiendo la estructura presentada en la Figura 73, abordando con un enfoque claro tres etapas fundamentales que orientan el proceso de análisis y la evaluación de resultados.

Figura 73

Estructura del capítulo 3



3.1. Modelo de Calidad en Uso – Definición.

Para establecer el modelo de calidad en uso, su ejecución se llevó a cabo con la participación del Product Owner y el Scrum Master. Como base de referencia, se utilizó la documentación de la norma **ISO/IEC 25010**, la cual detalla las características y subcaracterísticas relevantes para la evaluación del proyecto. En este caso, se priorizaron tres aspectos clave: eficiencia, eficacia y satisfacción, considerados fundamentales para garantizar el cumplimiento de los objetivos del sistema.

En la Tabla 57 se asigna un peso específico a cada una de estas características, resultado de un análisis detallado de las necesidades del proyecto y de las perspectivas estratégicas del negocio.

Tabla 56

Definición del modelo de calidad en uso

MODELO DE CALIDAD EN USO			
Características	Subcaracterísticas	Peso características	Peso Subcaracterísticas
Eficacia	Tareas completas	45 %	15 %
	Objetivos logrados		20 %
	Los errores en una tarea		10 %
Eficiencia	Tiempo de tareas	27 %	15 %
	Eficiencia del tiempo		12 %
Satisfacción	Utilidad	28 %	12 %
	Confianza		8 %
	Comodidad		8 %
	Total	100 %	100 %

Nota: Adaptado de (ISO/IEC 25022, 2016).

3.2. Medición del modelo de la calidad en uso

En esta sección se procedió a evaluar cada una de las subcaracterísticas definidas previamente en la Tabla 57, para asegurar que la medición estuviera alineada con estándares internacionales, se tomaron como referencia los lineamientos establecidos en la norma ISO/IEC 25022 (2016).

Los instrumentos utilizados para la recopilación de datos incluyeron un taller práctico, diseñado para evaluar la eficacia y eficiencia del modelo de calidad en uso, y la encuesta SUS (System Usability Scale), aplicada para medir el nivel de satisfacción del usuario.

El taller práctico se llevó a cabo en el Departamento de TICS del GAD de Ibarra el 21 de octubre de 2024, con una duración total de 1 hora y 20 minutos. Este taller fue dirigido a los inspectores de la comisaría de supervisión y control de construcciones. A continuación, se describe el diseño del taller junto con los aspectos relacionados a su ejecución.

3.3. Taller práctico

3.3.1. Diseño del taller

El diseño del taller práctico se centró en la definición de tareas, detalladas en la Tabla 58, que permitieron a los usuarios evaluar y verificar cada una de las funcionalidades del módulo de supervisión y control de construcciones en la aplicación móvil “Control CCP”.

Tabla 57

Objetivos del taller práctico

N°	Objetivos	Tareas
1	Iniciar sesión y consultar predios.	Inicio de sesión Búsqueda por número de cédula. Búsqueda por código catastral. Búsqueda por nombre del propietario. Búsqueda por mapa – código catastral.

2	Registro de revisión de planos	<p>Registrar disposición de inspección.</p> <p>Registrar revisión de planos y rótulo.</p>
3	Registro de revisión de permisos	<p>Registrar disposición de inspección.</p> <p>Registrar revisión de permisos.</p>
4	Registro de inspección de construcción de vivienda	<p>Registrar definición de etapas y viviendas.</p> <p>Registrar revisión de pisos.</p> <p>Registrar revisión de alturas.</p> <p>Registrar revisión de retiros.</p> <p>Registrar revisión de normas de seguridad.</p> <p>Registrar revisión de uso de vía pública.</p> <p>Finalizar registro de inspección de vivienda.</p>
5	Consulta de inspecciones de control de construcción	<p>Consultar inspecciones pendientes.</p> <p>Consultar inspecciones finalizadas.</p>

3.3.2. Ejecución del taller

- Prerrequisitos
 - Contar con la versión de lanzamiento de la aplicación (archivo .apk) instalada en un dispositivo Android.
 - Asegurar una conexión a internet durante todo el desarrollo del taller.

- Ejecución del taller

Participantes: El taller fue diseñado tomando en cuenta a los usuarios finales, específicamente a los inspectores encargados de la supervisión y control de construcciones.

Objetivos: Evaluar la eficacia y eficiencia asociadas a la calidad en uso del módulo de supervisión y control de construcciones en la app móvil “Control CCP”.

Método:

- a) Se elaboró una lista de tareas y actividades relacionadas con las funcionalidades del módulo de supervisión y control de construcciones para dispositivos Android, correspondiente a la aplicación móvil “Control CCP”. Estas tareas se organizaron en cinco objetivos específicos.
- b) Cada objetivo incluye tareas específicas acompañadas de las instrucciones detalladas para realizar la actividad. Todo ello se presenta en una tabla que también incorpora campos para registrar el tiempo empleado y el grado de completitud de las tareas (Anexo D).
- c) Tras una introducción inicial sobre la aplicación, los participantes llevaron a cabo las actividades establecidas en el (Anexo E), registrando tanto el tiempo empleado en cada tarea como si lograron completarlas satisfactoriamente.
- d) Cada participante del taller registró los resultados obtenidos en una tabla de medición específica, además de documentar cualquier queja o inconveniente que pudiera haber surgido durante la actividad.

3.4. Encuesta SUS

La Escala de Usabilidad del Sistema (SUS) está compuesto por 10 afirmaciones que los usuarios deben evaluar en una escala de cinco puntos, que mide su nivel de acuerdo o desacuerdo. La puntuación total se calcula sumando las contribuciones de cada ítem, donde los ítems positivos se restan de 1 y los negativos

de 5, y luego se multiplica el total por 2.5 para obtener una puntuación final de 0 a 100 (Tullis, 2013).

3.4.1. Diseño de la Encuesta SUS

A continuación, se muestra la encuesta, compuesta por 10 preguntas adaptadas específicamente al módulo de supervisión y control de construcciones para dispositivos móviles Android – Aplicación móvil CCP.

- ¿Me gustaría utilizar con frecuencia el módulo de supervisión y control de construcciones?
- ¿Considero que el módulo de supervisión y control de construcciones es complejo de usar?
- ¿Considero que el módulo de supervisión y control de construcciones es fácil de usar?
- ¿Considero que necesitaría apoyo técnico para utilizar el módulo de supervisión y control de construcciones?
- ¿Considero que las funciones del módulo de supervisión y control de construcciones están bien integradas?
- ¿Considero que hay inconsistencias en el módulo de supervisión y control de construcciones?
- ¿Creo que la mayoría de la gente puede aprender rápidamente a utilizar el módulo de supervisión y control de construcciones?
- ¿Considero que es complicado usar el módulo de supervisión y control de construcciones?
- ¿Me siento seguro utilizando el módulo de supervisión y control de construcciones?
- ¿Creo que hay muchas cosas adicionales que aprender antes de empezar a utilizar el módulo de supervisión y control de construcciones?

3.4.2. Ejecución de la encuesta

- La encuesta fue creada utilizando la herramienta Forms de Office 365.
- La aplicación de la encuesta se llevó a cabo después de concluir con el taller práctico descrito en la sección 3.3.1.

3.4.3. Observaciones de la encuesta.

La totalidad de los participantes encuestados completaron la encuesta, registrando un tiempo promedio de respuesta de 5 minutos.

3.5. Evaluación del Modelo de Calidad en Uso

Para poder evaluar el modelo de calidad en uso primeramente se ejecutó el taller práctico (Anexo F) y se aplicó la encuesta SUS (Anexo G). Después de evaluaron las características definidas en la Tabla 57. A continuación se presenta a detalle la medición de las características y subcaracterísticas del modelo.

3.5.1. Eficacia

- Subcaracterística: Tareas completadas

$$\text{Formula: } X = \frac{A}{B},$$

Donde,

- A = Cantidad de tareas únicas completadas= 59 (Resultado total de las tareas completadas por todos los usuarios)
- B = Cantidad total de tareas únicas intentadas. = 60 (Resultado total de tareas intentadas por todos los usuarios)

El resultado se obtiene aplicando la formula: $X = \frac{59}{60} = 0,98$. Lo cual significa que el 98% de las tareas fueron completas por los usuarios participantes.

- Subcaracterística: Objetivos alcanzados

Para calcular el porcentaje de objetivos alcanzados, se consideraron como completados aquellos en los que el usuario finalizó todas las tareas asociadas al objetivo correspondiente. Cada participante debía cumplir con 5 objetivos, y dado que el número total de usuarios fue 5, el 100% de los objetivos alcanzados por todos los usuarios equivalía a completar 25 objetivos en total.

En el taller práctico, se lograron completar 24 objetivos, mientras que 1 objetivo quedó inconcluso. Con estos valores, se utilizó la siguiente fórmula para calcular el porcentaje: $X = \frac{24}{25} \times 100 = 0,96 = 96,0\%$.

De esta manera, se determinó que el 96% del total de los objetivos definidos para los usuarios participantes en el taller práctico fue completado exitosamente, mientras que el 4% restante quedó pendiente.

- Subcaracterística: Errores en Una Tarea

$$\text{Formula: } X = 1 - \frac{A}{B},$$

Donde,

- A = Errores en las tareas completadas = 1 (Suma total de los errores registrados en las tareas completadas, excluyendo los errores ocurridos en las tareas no finalizadas)
- B = Número total de tareas únicas intentadas. = 90 (Total de tareas intentadas por todos los usuarios)

Se aplica la siguiente formula: $X = 1 - \frac{1}{89} = 0,98$. Se interpreta que el 98% de las tareas realizadas no presentaron errores.

3.5.2. Eficiencia

- Subcaracterística: Tiempo de Tareas

$$\text{Formula: } X = \frac{A}{B},$$

Donde,

- A = Tiempo requerido por un usuario experto para completar una tarea.
- B = Tiempo requerido por un usuario normal para completar una tarea.

Para calcular el tiempo asociado a las tareas, primero se obtiene el tiempo promedio que cada usuario empleó para completar una tarea. Este promedio se convierte luego a un valor en minutos, incluyendo las fracciones de minuto. Por ejemplo, si el tiempo promedio de un usuario experto para completar una tarea fue de 00:01:30 (HH:MM:SS), este equivale a 1.5 minutos. La conversión se realiza dividiendo los 30 segundos entre los 60 segundos que constituyen un minuto ($30/60 = 0.5$) y sumando este valor al minuto completo, obteniendo así el tiempo total en minutos.

Una vez transformado el tiempo promedio los usuarios, se aplicó la fórmula $X = \frac{A}{B}$, la cual nos permitió determinar la eficiencia que tiene cada usuario en relación con el tiempo requerido por un usuario experto, tal como se muestra en el anexo F.

Al final todos los resultados se sumaron, se obtuvo el promedio y se determinó que los usuarios tienen un 84,7% de eficiencia en comparación con un usuario experto.

- Subcaracterística: Eficiencia del tiempo.

Formula: $X = \frac{A}{B}$,

Donde,

- A = Tiempo requerido por un usuario experto para completar los objetivos.
- B = Tiempo requerido por un usuario normal para completar los objetivos.

El cálculo de la eficiencia del tiempo se aplicó a todos los usuarios que utilizaron el sistema, como se detalla en el Anexo F. Se consideraron los valores del campo

"tiempo tareas" en relación con el tiempo de un usuario experto. Para cada objetivo del taller, se obtuvo el tiempo promedio sumando los tiempos de las tareas que lo componen.

Como resultado, se obtuvo un valor de 0.84, lo que indica que los usuarios alcanzaron una eficiencia del 84% al completar los objetivos en comparación con un usuario experto.

3.5.3. Satisfacción

- Subcaracterística: Utilidad.

Se empleó la encuesta SUS, de donde se seleccionaron las preguntas 6 y 9 específicamente para evaluar la utilidad del sistema. Las respuestas proporcionadas por los participantes fueron analizadas utilizando la escala de Likert, asignando un peso a cada opción seleccionada, presentado en la Tabla 59.

Tabla 58

Peso de respuestas

Escala	Respuesta	Peso
5	Muy de acuerdo	1
4	De acuerdo	0,8
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0,6
2	En desacuerdo	0,4
1	Muy en desacuerdo	0,2

Con base en los pesos asignados a las opciones de respuesta según la escala de Likert, se calculó inicialmente la sumatoria total de las preguntas 6 y 9. Posteriormente, se procedió a combinar estos resultados y calcular el promedio general, el cual se presenta en la Tabla 60.

Tabla 59

Resultados SUS - utilidad

Pregunta	Usuarios satisfechos
6	1,4 de 5
9	4,2 de 5
Total	2,8 de 5

Se calculó el promedio de las dos preguntas para encontrar el total de usuarios participantes que estuvieron satisfechos con el uso de la aplicación móvil.

Formula: $X = \frac{A}{B}$,

Donde,

- A = Usuarios satisfechos = 2,8
- B = Usuarios encuestados = 5

Por lo tanto, al aplicar la formula se obtiene el siguiente resultado: $X = \frac{2,8}{5} = 0,56$, lo que indica que el 56% de los usuarios se mostraron satisfechos al hacer uso de la aplicación móvil.

- Subcaracterística: Confianza.

Formula: $X = 1 - C(\%)$, $C = \frac{A}{B}$,

Donde,

- A = Número de reclamos = 1
- B = Usuarios encuestados = 5
- C = % de reclamos

Al sustituir los valores en las fórmulas se obtiene lo siguiente: $C = \frac{1}{5} = 0,2$, $X = 1 - 0,2 = 0,8$. Por lo tanto, el valor 0,8 refleja una confianza del 80% por parte de los usuarios.

- Subcaracterística: Comodidad.

Dado que las preguntas 2, 4, 8 y 10 de la encuesta fueron redactadas de manera negativa, se realizó un ajuste invirtiendo la escala de las respuestas registradas por los participantes para estas preguntas. Este cambio permite que los valores reflejen adecuadamente la intención de la evaluación. Los detalles de esta inversión se presentan en la Tabla 61.

Tabla 60

Categorías de escalas invertidas

Escala	Respuesta	Peso
5 → 1	Muy de acuerdo → Muy en desacuerdo	1,0 → 0,2
4 → 2	De acuerdo → En desacuerdo	0,8 → 0,4
3 → 3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo (se mantiene)	0,6 → 0,6
2 → 4	En desacuerdo → De acuerdo	0,4 → 0,8
1 → 5	Muy en desacuerdo → Muy de acuerdo	0,2 → 1,0

A continuación, se presenta la frecuencia de las escalas seleccionadas para las preguntas 2, 4, 8 y 10, reflejando el número promedio de usuarios por cada categoría de la escala. Este cálculo considera la inversión de escalas realizada previamente. Los detalles se muestran en la Tabla 62.

Tabla 61

Frecuencia de escalas seleccionadas para las preguntas 2, 4, 8, 10

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerd o	Muy en desacuerdo
P2	2	3	0	0	0
P4	3	2	0	0	0
P8	3	2	0	0	0
P10	3	2	0	0	0
Prom.	2,75	2,25	0	0	0

Una vez calculados los promedios de cada categoría de la escala, se procedió a multiplicarlos por el peso asignado correspondiente a cada categoría. Posteriormente, los resultados obtenidos se dividieron entre el número total de usuarios encuestados. Los valores finales obtenidos se presentan en la Tabla 63.

Tabla 62

Resultados SUS – Comodidad

Escala	Peso escala	Usuarios	Satisfacción
Muy de acuerdo	1	2,75	0,55
Algo de acuerdo	0,8	2,25	0,36
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0,6	0	0
Algo en desacuerdo	0,4	0	0
Muy en desacuerdo	0,2	0	0

$$\text{Formula: } X = A + B + C + D + E$$

Donde,

- A = Muy de acuerdo = 0,55
- B = De acuerdo = 0,36

- C = Ni de acuerdo ni en desacuerdo = 0
- D = En desacuerdo = 0
- E = Muy en desacuerdo = 0

Reemplazando los valores en la formula obtenemos lo siguiente: $X = 0,55 + 0,36 + 0 + 0 + 0 = 0,91$ Esto indica que el índice de comodidad percibida por los usuarios encuestados es del 91%, lo que demuestra que la aplicación móvil es considerada cómoda para el usuario final.

3.6. Modelo de calidad de uso – Resultados.

La Tabla 65 muestra cada una de las características evaluadas junto con sus respectivos resultados, además de las subcaracterísticas que componen el modelo de calidad en uso.

Tabla 63

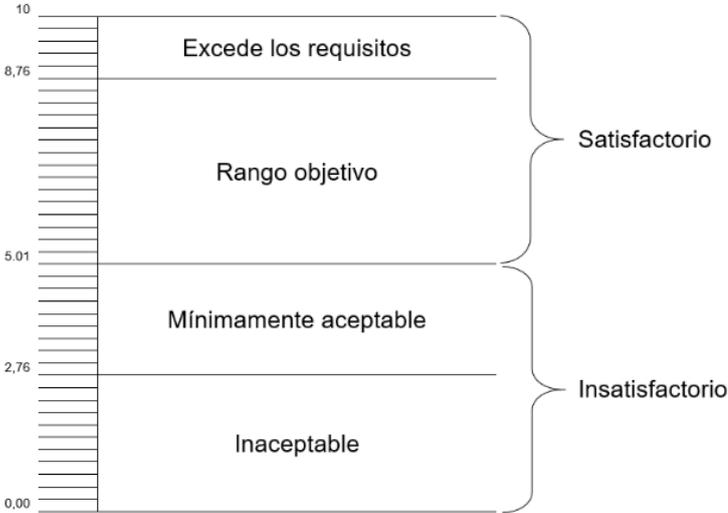
Tabla de resultados del modelo de medición

Características	Subcaracterísticas	RESULTADOS – CALIDAD EN USO				
		Peso (categoría)	Peso Subcaract.	Resultado medición	Resultado	Resultado característica
Eficacia	Tareas completas	45 %	15 %	0,98	14,7%	44,1%
	Objetivos logrados		20 %	0,98	19,6%	
	Los errores en una tarea		10 %	0,98	9,8%	
Eficiencia	Tiempo de tareas	27 %	15 %	0,84	12,6%	22,6%
	Eficiencia del tiempo		12 %	0,84	10,0%	
Satisfacción	Utilidad	28 %	12 %	0,56	6,7%	20,3%
	Confianza		8 %	0,8	6,4%	
	Comodidad		8 %	0,91	7,2%	
Total		100 %	100 %			87,0%

Al finalizar la evaluación del taller práctico y la encuesta, se determinó que el modelo de calidad en uso alcanzó un resultado del 87%. Este porcentaje refleja que la satisfacción de los usuarios al utilizar el módulo de supervisión y control de construcciones en la aplicación móvil "Control CCP" es aceptable, ya que se encuentra dentro del rango establecido en la escala de medición, tal como se muestra en la Figura 74.

Figura 74

Escala de medición ISO/IEC



Nota: Tomado de (ISO/IEC, 1999).

CONCLUSIONES

La elaboración del marco teórico permitió analizar el contexto en el que se gestiona el proceso y las normas que rigen la comisaría de supervisión y control de construcciones del GAD Ibarra. Este análisis fue fundamental para identificar la necesidad de modernizar un proceso que, hasta ahora, se realizaba de forma manual con instrumentos físicos, y para alinear los objetivos del desarrollo del proyecto hacia la implementación de un sistema basado en software. Además, la investigación de las herramientas tecnológicas involucradas en el proyecto fue de suma importancia, ya que permitió definir de manera adecuada la arquitectura requerida para llevar a cabo esta transformación tecnológica de manera eficiente.

En la conceptualización de la metodología ágil Scrum se identificaron sus grandes ventajas, especialmente su capacidad de adaptarse a proyectos con características particulares. Esto fue fundamental para implementar y ajustar dicha metodología al desarrollo de este proyecto, donde, a pesar de que el equipo estuvo conformado por un solo programador, se llevaron a cabo las fases principales y se utilizaron los artefactos indispensables descritos en el capítulo dos.

La flexibilidad que ofrece la metodología Scrum resultó fundamental para abordar la naturaleza dinámica del proyecto, permitiendo planificaciones, revisiones y entregas incrementales adaptadas al tiempo acordado entre la parte interesada y el desarrollador. Gracias a esta adaptabilidad, fue posible gestionar de manera eficiente los cambios y aspectos no contemplados inicialmente, los cuales se incorporaron de forma progresiva y relativamente sencilla, garantizando así que el proyecto respondiera a toda su envergadura y a las necesidades emergentes.

En la fase de desarrollo del frontend, se identificó una similitud clave entre el framework Flutter y el lenguaje HTML, especialmente en la manera en que ambos estructuran sus elementos. En Flutter, la organización del árbol de widgets es comparable al DOM de HTML, donde los widgets, al igual que las etiquetas, construyen la interfaz de usuario, son reutilizables y permiten la modificación de propiedades para personalizarlos. Esta jerarquía visual y su estructura de anidamiento, que representa relaciones entre padres e hijos, facilitó la familiarización

con la tecnología, agilizando la curva de aprendizaje y permitiendo desarrollar la aplicación de manera eficiente dentro de los tiempos planificados.

La implementación de la norma ISO/IEC 25022 para evaluar la calidad de la aplicación móvil fue satisfactoria, logrando un puntaje del 87,0%, que representa el nivel de cumplimiento de los requisitos establecidos según el modelo de calidad en uso. Esta evaluación abarcó aspectos clave como eficiencia, eficacia y satisfacción del usuario final. Para alcanzar este resultado, fue necesario analizar cuidadosamente qué métricas y variables eran más relevantes, tomando en cuenta que estas debían ajustarse al contexto específico del GAD Ibarra, para asegurar así que los indicadores seleccionados reflejaran de manera precisa el desempeño de la aplicación en su entorno real de operación.

RECOMENDACIONES

El presente proyecto se desarrolló considerando una base tecnológica para el backend ya desplegada. Se recomienda realizar un análisis previo de las arquitecturas existentes en este tipo de instituciones, con el fin de identificar y evaluar los recursos tecnológicos en uso. Este análisis permitirá tener un control eficiente sobre los recursos disponibles, facilitando su integración con la arquitectura propuesta y optimizando tanto el tiempo como los esfuerzos necesarios para el desarrollo del proyecto.

Dado que el módulo de supervisión y control de construcciones formaba parte de una aplicación en la que se estaban desarrollando nuevos módulos, especialmente en el frontend, era fundamental considerar su crecimiento y modularidad a largo plazo. Por ello, se recomienda elegir una estructura de directorios que sea adecuada para soportar la metodología ágil y que facilite la colaboración eficiente en equipo, permitiendo una integración ordenada y escalable de futuros desarrollos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

REST: Transferencia de Estado Representacional, estilo de arquitectura de software que se apoya en el protocolo HTTP para interactuar en general con recursos en formato JSON, XML.

API: Interfaz de Programación de Aplicaciones, es el conjunto de mecanismos que permite la comunicación entre distintos componentes de software, facilitando el intercambio de datos.

Framework: Estructura predefinida que proporciona una base reutilizable y organizada para optimizar procesos en el desarrollo de proyectos de software.

ISO: Organización Internacional de Normalización, organización no gubernamental encargada de publicar estándares internacionales.

SUS: System Usability Scale, herramienta de medición de la usabilidad de un software, basada en un cuestionario de 10 preguntas.

Frontend: Parte visible del software con la que los usuarios pueden interactuar.

Backend: Parte del software que gestiona la lógica del negocio, procesamiento de datos y la comunicación con la base de datos.

GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado.

Servicio: Funcionalidad específica que permite a los usuarios interactuar con el servidor a través de métodos HTTP.

Widget: Bloques básicos de construcción en Flutter que componen un elemento visual para representar una parte de la interfaz de usuario.

Stakeholder: Es la persona grupo u organización externa al equipo Scrum que tiene interés por el resultado del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Amini, M., Rahmani, A., Abedi, M., Hosseini, M., Amini, M., Amini, M., y Gostar, M. (2021). MAHAMGOSTAR.COM AS A CASE STUDY FOR ADOPTION OF LARAVEL FRAMEWORK AS THE BEST PROGRAMING TOOL FOR PHP BASED WEB DEVELOPMENT FOR SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES. *Journal of Innovation & Knowledge*, 100-110. <https://doi.org/https://ssrn.com/abstract=3857736>
- Anwar, M., Saba, N., Admane, I., Khandelwal, S., Tembhurne, V., y Kolte, J. (2021). E-Commerce Application For Local Stores. 8(5), 195-199. <https://www.jetir.org/papers/JETIR2105692.pdf>
- Barcelos Bica, D. A., y Gouvea da Silva, C. A. (2020). Learning Process of Agile Scrum Methodology with Lego Blocks in Interactive Academic Games: Viewpoint of Students. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 15(1), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/RITA.2020.2987721>
- Benet Rodríguez, M., Quintero Ortega, S. P., & Zafra, S. L. (2015). La revisión sistemática de la literatura científica y la necesidad de visualizar los resultados de las investigaciones. 7. <https://doi.org/https://doi.org/10.2436/20.8030.02>
- Brooke, J. (2020). *SUS: A "Quick and Dirty" Usability Scale*. Usability Evaluation in Industry. <https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9781498710411-35>
- Castillo Aguirre, Á. (2018). Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional Por Procesos, Pub. L. No. Resolución No. 496-AM-DTH-2018. http://ibarra.gob.ec/site/docs/lotaip2019/anexos/a1/ESTATUTO_ORGANICO_ACTUALIZADO_2018-1.pdf
- Chen, X., Ji, Z., Fan, Y., & Zhan, Y. (2017). Restful API Architecture Based on Laravel Framework. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/910/1/012016>
- Concise Software. (2019). *What is Flutter? Here is everything you should know*. Medium: <https://medium.com/@concisesoftware/what-is-flutter-here-is-everything-you-should-know-faed3836253f>
- Docker Inc. (2024). *Docker overview*. Docker docs: <https://docs.docker.com/get-started/docker-overview/>
- Flutter. (2023). *Flutter - Crea hermosas aplicaciones nativas en tiempo récord*. <https://esflutter.dev/>
- FlutterFlow. (2023). *FlutterFlow – FlutterFlow Docs: Introduction*. <https://docs.flutterflow.io/>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ibarra. (2016). Ordenanza que reglamenta el uso y ocupación del suelo en el Cantón Ibarra. Ibarra, Ecuador. <https://www.ibarra.eus/documents/309088/1106717/Ordenanza+de+urbanizaci%C3%B3n+y+edificaci%C3%B3n+en+Ibarra/9ee303cf-49a1-40e5-b75d-25a2478a784d>

- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ibarra. (2016). *Ordenanza que reglamenta el uso y ocupación del suelo en el Cantón Ibarra*. Ibarra, Ecuador. <https://es.slideshare.net/slideshow/normativa-urbana-ibarra/58080801>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra. (2014). *Procedimientos Sustantivos*. Ibarra, Ecuador. http://ibarra.gob.ec/web/docs/lotaip/a01_procedimientos/procedimientos_sustantivos.pdf
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra. (2018). *Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos*. Ibarra. https://ibarra.gob.ec/site/docs/lotaip2019/anexos/a1/ESTATUTO_ORGANICO_ACTUALIZADO_2018-1.pdf
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal SAN MIGUEL IBARRA. (2023). *Comisaría Control de Construcciones*.
- Gonzalez Malla, E. E., Baldeón Egas, P. F., Pérez Falco, G., César Riascos, J., y Ulloa Rubio, B. (2021). *Tecnología e innovación frente a los desafíos de un siglo en curso*. Editorial UISRAEL.
- Google developers. (07 de 11 de 2024). *Flutter architectural overview*. <https://docs.flutter.dev/resources/architectural-overview>
- Guevara Vega, C., Bernárdez, B., Durán, A., Quiña Mera, A., Cruz, M., y Ruiz Cortés, A. (2021). Empirical Strategies in Software Engineering. *IEEE*, 120-127. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/ICI2ST51859.2021.00025>
- Guevara Vega, C., Gúzman Chamorro, E., Guevara Vega, V., y Quiña Mera, J. A. (2019). Functional Requirement Management Automation and the Impact on Software Projects: Case Study in Ecuador. *Springer Nature Switzerland AG*, 918, 317-324. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-11890-7_31
- Guevara Vega, C., Hernández Rojas, J., Botto Tobar, M., García Santillán, I., Basantes Andrade, A., y Quiña Mera, A. (2020). Automation of the municipal inspection process in Ecuador applying Mobile-D for Android. *Springer Nature Switzerland AG*, 1066, 155-166. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-32022-5_14
- Hasan Ibrahim, M., Sayagh, M., y Hassan, A. (2021). A study of how Docker Compose is used to compose multi-component systems. *Empirical Software Engineering*, 26(1), 128. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10664-021-10025-1>
- International Code Council. (2021). *International Building Code (IBC)*. International Code Council. International Building Code (IBC): <https://www.iccsafe.org>
- ISO/IEC. (1999). ISO/IEC 14598-1: Information technology — Software product evaluation. <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec:25040:ed-1:v1:en>
- ISO/IEC 25022. (2016). ISO/IEC 25022:2016(en), Systems and software engineering — Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE) — Measurement of quality in use. ISO/IEC 25022:2016(en), Systems and software engineering — Systems and software quality requirements and evaluation

- (SQuaRE) — Measurement of quality in use:
<https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec:25022:ed-1:v1:en>
- ISO/IEC 25022:2016(en). (2016). *ISO/IEC 25022:2016(en) Systems and software engineering — Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE) — Measurement of quality in use*.
<https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec:25022:ed-1:v1:en>
- ISO25000. (15 de 11 de 2024). *Normas ISO 25000*.
<https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000?limit=4&limitstart=0>
- Kadenic, M. D., Koumaditis, K., y Junker-Jensen, L. (2023). Mastering scrum with a focus on team maturity and key components. *Information and Software Technology*, 153(107079).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107079>
- Lercher, A., Glock, J., Macho, C., y Pinzger, M. (2024). Microservice API Evolution in Practice: A Study on Strategies and Challenges. 215(112110).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jss.2024.112110>
- Macias Vera, E. V. (2021). *Estudio comparativo de los frameworks de desarrollo móvil nativo*. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Mahmud, T., Che, M., y Yang, G. (2023). Analyzing the impact of API changes on Android apps. *The Journal of Systems & Software*. *The Journal of Systems & Software*, 200(111664).
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2019). *Manual para la Regulación de Procesos Constructivos: Enfoque en Construcciones Sismorresistentes*. Quito, Ecuador.
- Mohanty, S., y Rekha Dey, S. (2014). DART Evolved for Web - A Comparative Study with JavaScript. *International Journal of Computer Applications*(ETCC-2014).
- Molina Ríos, J., Honores Tapia, J. A., Pedreira-Souto, N., y Pardo León, H. P. (2021). Estado del arte: Metodologías de desarrollo de aplicaciones móviles. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 10(2), 17-45.
<https://doi.org/https://doi.org/10.17993/3ctecno/2021.v10n2e38.17-45>
- Moyano, J., Cenci, K., y Ardenghi, J. (2020). *Arquitectura Cliente-Servidor de Alto Rendimiento para servicio RTK*. Universidad Nacional del Sur.
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*.
- Organización Internacional del Trabajo. (1988). *Recomendación N°175 sobre seguridad y salud en la construcción*. <https://www.ilo.org>
- Palma Muñoz, K. A., Garzón García, J. J., Delgado Zambrano, J. D., Zambrano Alcívar, K. G., y Párraga Zambrano, L. A. (2020). *El impacto de las aplicaciones móviles, orientado a las mipymes de la ciudad de Chone*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

- Paredes Bravo, M. A. (2022). Análisis de comparación de los lenguajes de programación en PHP y Python utilizada para el desarrollo de páginas web. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Pérez Ibarra, S. G., Quispe, J. R., Mullicundo, F. F., y Lamas, D. A. (2021). *HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO WEB DESDE FRONTEND AL BACKEND*. Universidad Nacional de Jujuy.
- PHP Documentation. (2024). *Introducción a PHP*. <https://www.php.net/manual/es/intro-whatis.php>
- Pilicita Garrido, A., Borja López, Y., y Gutiérrez Constante, G. (2020). Rendimiento de MariaDB y PostgreSQL. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 7(2), 9-16. <https://doi.org/https://doi.org/10.26423/rctu.v7i2.538>
- Quiña Mera, A., Chamorro Andrade, L., Montaluisa Yugla, J., Chicaiza Angamarca, D., y Guevara Vega, C. (2021). Improving Software Project Management by Applying Agile Methodologies: A Case Study. *Springer Nature Switzerland AG*, 1388, 672-685. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-71503-8_52
- Quisaguano Collaguazo, L. R., Pallasco Venegas, M. S., Andaluz Guerrero, A. A., Martines Freire, M. N., y Corrales Beltrán, S. H. (2022). Desarrollo híbrido con Flutter. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 4594-4609. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2959
- Rea Peañiel, X. M., Mancero Menoscal, T. B., Rosero Rea, D. C., y Imbaquingo Esparza, D. (2020). Web Services REST: una revolución en la forma de. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação(E32)*, 41-49.
- Reis, D., Piedade, B., Correia, F., Dias, J. P., y Aguiar, A. A. (2021). Developing Docker and Docker-Compose Specifications: A Developers' Survey. *IEEE Access*, 10, 2317-2330. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3137671>
- Sánchez, M., y Barrezueta, R. (2022). Análisis de la información generada para mantener la escalabilidad y persistencia del proceso de desarrollo de software. *15(8)*, 193-227.
- Schwaber, K., y Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. <https://scrumguides.org/scrum-guide.html#scrum-team>
- Subecz, Z. (2021). Web-development with Laravel framework. *Gradus*, 8(1), 211-218. <https://doi.org/https://doi.org/10.47833/2021.1.CSC.006>
- Tamayo Espinosa, L., y Silega Martínez, N. (2021). Gestión de la mantenibilidad desde etapas tempranas en el desarrollo de software. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(1), 52-69.
- Terlizzi, A. (2021). The digitalization of the public sector: A systematic literature review. In Rivista italiana di Politiche Pubbliche. *Rivista Italiana di Politiche Pubbliche*, 131, 5-38. <https://doi.org/https://doi.org/10.1483/100372>
- Trigás Gallego, M. (2012). Metodología Scrum. <http://hdl.handle.net/10609/17885>

- Tullis, T. (2013). *Measuring the user experience: Collecting, analyzing, and presenting usability metrics*. Morgan Kaufmann.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415781-1.00006-6>
- Tunarosa, M., y Ávila, E. (2020). *Sistema de información web para el control y supervisión de obras civiles en el Carmen de Apicalá, para la empresa Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas JATS S.A.S. PLUMBINGSOFT*. Repositorio Uniminuto.
<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/8814>
- Tymkiw, N., Bournissen, J. M., y Tumino, M. C. (2020). SCRUM como Herramienta Metodológica para el Aprendizaje de la Programación. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*(26), 81-89.
<https://doi.org/https://doi.org/10.24215/18509959.26.e9>
- Valarezo Prieto, D. C. (2023). Análisis de la digitalización de los procesos de contratación pública a partir de la pandemia de covid-19 y su contribución al mejoramiento de la contratación administrativa. 3.
<https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/6992>

ANEXOS

ANEXO A. Manual técnico del módulo de supervisión y control de construcciones

Enlace al manual técnico del módulo de supervisión y control de construcciones para dispositivos móviles.

[Manual Técnico de Control de construcciones.pdf](#)

ANEXO B. Manual de usuario de la aplicación

Enlace al manual de usuario de la aplicación de control de construcciones para dispositivos móviles Control CCP.

[Manual de Usuario del Módulo Control de Construcciones.pdf](#)

ANEXO D. Taller práctico

Taller Práctico.

TALLER PRÁCTICO

Taller para el uso del módulo de supervisión y control de construcciones para dispositivos Android (Aplicación móvil) – Control CCP.

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Objetivo: Utilizar la aplicación móvil Control CCP para realizar las siguientes actividades:

- **Iniciar sesión y consulta de predios.**

Inicio de sesión / Búsqueda por número de cédula / Búsqueda por código catastral. / Búsqueda por nombre del propietario / Búsqueda por mapa – código catastral.

- **Registro de planos en inspección de tipo control de construcción.**

Seleccionar tipo de inspección “Control de construcción” / Autorizar permiso de inspección / Confirmar tenencia de planos / Registrar disposición de inspección / Registrar revisión de planos arquitectónicos / Registrar revisión de planos estructurales / Registrar revisión de rótulo.

- **Registro permisos en inspección de tipo trabajos varios.**

Seleccionar tipo de inspección “trabajos varios” / Autorizar permiso de inspección / Confirmar tenencia de permisos / Registrar disposición de inspección / Registrar revisión de permisos.

- **Registro de inspección de construcción de vivienda.**

Registrar definición de etapas y viviendas. / Registrar actividades de inspección de construcción de vivienda. / Finalizar registro de inspección de vivienda.

- **Consulta de inspecciones de control de construcciones.**

Consultar por rango de fechas. / Consultar inspecciones pendientes. / Consultar inspecciones concluidas. / Consultar detalles las inspecciones buscadas. / Consultar evidencias en formato de imagen del detalle de la inspección.

Registro y seguimiento

#	Objetivo	Tarea	Completo (x)	Hora Inicio (hh:mm)	Hora Fin (hh:mm)
1	Iniciar sesión y consultar predios.	Inicio de sesión			
		Búsqueda por número de cédula.			
		Búsqueda por código catastral.			
		Búsqueda por nombre del propietario.			
		Búsqueda por mapa – código catastral.			
2	Registro de revisión de planos.	Registrar disposición de inspección.			
		Registrar revisión de planos y rótulo.			
3	Registro de revisión de permisos.	Registrar disposición de inspección.			
		Registrar revisión de permisos.			
4	Registro de inspección de construcción vivienda.	Registrar definición de etapas y viviendas.			
		Registrar revisión de pisos.			
		Registrar revisión de alturas.			
		Registrar revisión de retiros.			
		Registrar revisión de normas de seguridad.			
		Registrar revisión de uso de vía pública.			
		Finalizar registro de inspección de vivienda.			
5	Consulta de inspecciones de control de construcción.	Consultar inspecciones pendientes.			
		Consultar inspecciones finalizadas.			

Quejas

Nro. Tarea: _____ queja: _____

Observaciones:

ANEXO E. Instrucciones taller práctico

Instrucciones Taller Práctico.

INSTRUCCIONES - TALLER PRÁCTICO

Taller para el uso del módulo de supervisión y control de construcciones para dispositivos Android (Aplicación móvil) – Control CCP.

Objetivo: Utilizar la aplicación móvil Control CCP para realizar las siguientes actividades:

- **Iniciar sesión y consultar predios**

Inicio de sesión

1. Ingresar usuario y contraseña.
Usuario: LARA.MANUEL Contraseña: mali1025
2. Ingresar al módulo de control de construcciones.

Búsqueda por número de cédula

1. Nos ubicamos en la pantalla principal “Inspección de control de construcciones”
2. Presionar el botón “Nueva inspección”, se muestra la pantalla “Boleta de inspección”.
3. Selecciona la opción “Número de cédula”
4. Escribir en el cuadro de texto el texto a buscar.
Ej: 1002182556.
5. Presionar el botón de búsqueda 🔍.
6. Se muestran los resultados de la búsqueda.
En caso de que no haya resultado aparecerá un mensaje diciendo “No se encontraron predios”.

Búsqueda por código catastral.

1. Nos ubicamos en la pantalla principal “Inspección de control de construcciones”
2. Presionar el botón “Nueva inspección”, se muestra la pantalla “Boleta de inspección”.
3. Seleccionamos la opción “Código catastral”.
4. Escribir en el cuadro de texto el texto a buscar.
Ej: 1001572102608900000000.
5. Presionar el botón de búsqueda 🔍.
6. Se muestran los resultados de la búsqueda.
En caso de que no haya resultado aparecerá un mensaje diciendo “No se encontraron predios”.

Búsqueda por nombre del propietario.

1. Nos ubicamos en la pantalla principal “Inspección de control de construcciones”

2. Presionar el botón “Nueva inspección”, se muestra la pantalla “Boleta de inspección”.
3. Selecciona la opción “Nombre del Propietario”
4. Escribir en el cuadro de texto el texto a buscar.
Ej: Manuel Leonardo Lara Muñoz
5. Presionar el botón de búsqueda .
6. Se muestran los resultados de la búsqueda.
En caso de que no haya resultado aparecerá un mensaje diciendo “No se encontraron predios”.

Búsqueda por mapa / Búsqueda por clave catastral.

1. Nos ubicamos en la pantalla principal “Inspección de control de construcciones”
2. Presionar el botón “Nueva inspección”, se muestra la pantalla “Boleta de inspección”.
3. Seleccionamos la opción “Código catastral”.
4. Presionamos el botón “Ubicar en mapa”.
5. Navegamos en el mapa, según se necesite podemos alejar o acercar la vista con el botón .
6. Elegimos el predio en el mapa y esperamos la aparición de la clave catastral, el de tiempo de aparición de la clave puede variar según la velocidad de internet.
7. Cerramos la ventana del mapa haciendo clic en el botón .
8. Presionar el botón de búsqueda . Miramos los resultados de la búsqueda.
En caso de que no haya resultado aparecerá un mensaje que diga “No se encontraron predios”.

- **Registro de revisión de planos**

Registrar disposición de inspección.

1. Una vez consultado el predio en la pantalla “Boleta de inspección”
2. Seleccionamos sobre la lista de resultados el predio requerido, se mostrará la pantalla de “Detalle de inmueble”
3. En la pantalla “Detalle de inmueble” seleccionamos la opción “Inspección de control de construcción”.
4. Hacemos clic en el botón “Si” para confirmar que se ha dado acceso al inspector. En caso de que no se de acceso al inspector, se debe presionar el botón “No”, se deberá llenar el formulario de negación de inspección y finalizar el proceso.
5. Nos ubicamos en la pantalla “Disposición de inspección”.
6. Llenamos los datos correspondientes y presionamos el botón “Guardar y continuar inspección”.

7. Aparecerá un cuadro de confirmación para verificar si se dispone de planos arquitectónicos y estructurales, se selecciona la opción “Si”. En caso de no disponer de planos, se debe dar clic en “No” y llenar el formulario de inexistencia de planos y presionar el botón de “Guardar” para finalizar el proceso.

Registro de planos y rótulo.

1. Una vez ubicados en la pantalla “Revisión de planos arquitectónicos”.
2. Llenamos los datos correspondientes y presionamos el botón “Continuar revisión”
3. Aparecerá la pantalla de “Revisión de planos estructurales”
4. Llenamos los datos correspondientes y presionamos el botón “Guardar”.
5. Se visualizará la pantalla de “Revisión de Rótulo”
6. Llenamos los datos correspondientes.
7. Presionamos el botón “Guardar”.

- **Registro de permisos**

Registrar disposición de inspección.

1. Una vez consultado el predio en la pantalla “Boleta de inspección”
2. Seleccionamos sobre la lista de resultados el predio requerido, se mostrará la pantalla de “Detalle de inmueble”
3. En la pantalla “Detalle de inmueble” seleccionamos la opción “Inspección de control de construcción”.
4. Hacemos clic en el botón “Si” para confirmar que se ha dado acceso al inspector. En caso de que no se de acceso al inspector, se debe presionar el botón “No”, se deberá llenar el formulario de negación de inspección y finalizar el proceso.
5. Nos ubicamos en la pantalla “Disposición de inspección”.
6. Llenamos los datos correspondientes y presionamos el botón “Guardar y continuar inspección”.
7. Aparecerá un cuadro de confirmación para verificar si se dispone de permisos, se selecciona la opción “Si”. En caso de no disponer de permisos, se debe dar clic en “No” y llenar el formulario de inexistencia de permisos y presionar el botón de “Guardar” para finalizar el proceso.

Registrar revisión de permisos.

1. Una vez terminado el registro de disposición de inspección.
2. Nos ubicamos en la pantalla “Estado de la construcción”
3. Llenamos los datos correspondientes.
4. Presionamos el botón “Guardar” para finalizar con la revisión de permisos.

- **Registro de inspección de construcción de vivienda**

Registrar definición de etapas y viviendas.

1. Una vez realizado el registro de la revisión de planos o el registro de la revisión de permisos, se mostrará la pantalla de “Definición de etapas”
2. Introducimos el número de etapas utilizando los botones “+” o “-” para aumentar o disminuir la cantidad según sea necesario.
3. Llenamos los campos de texto para definir el número de viviendas por etapa.
4. Seleccionamos un elemento de la lista y presionamos el botón “->”, lo que redirige a la pantalla “**Definición de losas por vivienda**”, donde se define el número de pisos asignados a cada vivienda
5. Llenamos los datos correspondientes, presionamos el botón guardar y regresamos a la pantalla de “**Definición de etapas**”.
6. Presionamos el botón guardar, aparecerá un cuadro de confirmación y le presionamos el botón “Si”.

Registrar actividades de inspección de vivienda.

1. Una vez terminado la definición de etapas y viviendas se nos redirigirá a la pantalla “Control de etapas”.
2. Seleccionamos un elemento de la lista de control de etapas.
3. Se nos redirigirá a la pantalla “**Control e inspección de vivienda**”.
4. Seleccionamos un elemento de la lista de control de viviendas, se nos redirigirá a la pantalla de “Actividades de inspección”.

Registrar revisión de pisos.

1. Nos ubicamos en la pantalla de “Actividades de inspección”.
2. Seleccionamos la opción “**Revisión de pisos**”, lo que nos redirige a la pantalla principal de dicha sección. En esta pantalla, completamos los datos relacionados con la revisión de las cadenas de cimentación y, al finalizar, hacemos clic en el botón **Guardar** para registrar la información.
3. En la pantalla principal de “Revisión de Pisos” se muestra un menú.
4. Seleccionamos la opción “**Revisión de columnas**”, una vez ubicados en la pantalla llenamos los datos correspondientes y damos clic en el botón guardar.
5. Regresamos a la pantalla de “Revisión de Pisos” y seleccionamos la opción “**Revisión de vigas**”, una vez ubicados en la pantalla, llenamos los datos correspondientes y damos clic en el botón guardar.
6. Regresamos a la pantalla de “Revisión de Pisos” y seleccionamos la opción “**Revisión de losas**”, una vez ubicados en la pantalla, llenamos los datos correspondientes y damos clic en el botón guardar.

Registrar revisión de alturas.

1. Regresamos a la pantalla de “Actividades de inspección”
2. Seleccionamos la opción “Revisión de alturas”

3. Una vez ubicados en la pantalla de la opción seleccionada, llenamos los campos correspondientes y damos clic en el botón “Terminar inspección”.

. Registrar revisión de retiros.

1. Regresamos a la pantalla de “Actividades de inspección”.
2. Seleccionamos la opción “Revisión de retiros”.
3. En la pantalla principal de “Revisión de retiros” se muestra un menú.
4. Seleccionamos nuevamente la opción llamada “Revisión de retiros”
5. Se muestra un menú de opciones de “Revisión de construcción de retiros”.
6. Seleccionamos la opción “Construcción en retiro lateral”, llenamos los campos correspondientes y damos clic en el botón “Guardar”
7. Regresamos al menú de opciones “Revisión de construcción de retiros”.
8. Seleccionamos la opción “Construcción en retiro posterior”, llenamos los campos correspondientes y damos clic en el botón “Guardar”
9. Regresamos al menú de opciones “Revisión de construcción de retiros”.
10. Seleccionamos la opción “Construcción en retiro frontal”, llenamos los campos correspondientes y damos clic en el botón “Guardar”.
11. Volvemos al menú principal de “Revisión de retiros”.
12. Seleccionamos la opción “Revisión de voladizos”, una vez ubicados en la pantalla, llenamos los campos correspondientes y damos clic en el botón “Guardar”.

Registrar revisión de normas de seguridad.

1. Regresamos a la pantalla de “Actividades de inspección”.
2. Seleccionamos la opción “Revisión de normas de seguridad”.
3. Una vez ubicados en la pantalla, llenamos los campos correspondientes y damos clic en el botón “Guardar”.

Registrar revisión de uso de vía pública.

1. Regresamos a la pantalla de “Actividades de inspección”.
2. Seleccionamos la opción “Revisión de uso de vía pública”.
3. En la pantalla principal de **“Uso de vía pública”** se muestra un menú.
4. Seleccionamos la opción “Revisión de cerramiento”
5. Una vez en la pantalla de “Revisión de cerramiento” llenamos los campos correspondientes y damos clic en el botón “Guardar”.
6. Regresamos al menú principal de **“Uso de vía pública”**.
7. Seleccionamos la opción “Revisión de calzada y vereda”.
8. Una vez en la pantalla de **“Revisión de calzada y vereda”** llenamos los campos correspondientes y damos clic en el botón “Guardar”.
9. Regresamos al menú principal de **“Uso de vía pública”**.
10. Seleccionamos la opción “Revisión de arrojo de escombros”.

11. Una vez en la pantalla de “**Revisión de arroj de escombros**” llenamos los campos correspondientes y damos clic en el botón “Guardar”.

Finalizar inspección de control de construcción.

1. Regresamos a la pantalla de “Actividades de inspección”.
2. Presionamos el botón “Terminar inspección de vivienda”
3. Esperamos a que se nos redireccione a la pantalla de “**Inspección de control de construcción**”

- **Consulta de inspecciones de control de construcción**

Consultar inspecciones pendientes.

1. Regresamos a la pantalla principal “Inspección de control de construcción”
2. Seleccionamos la opción “Inspecciones pendientes”
3. Completamos los campos correspondientes al rango de fechas, especificando la fecha en la que se llevó a cabo la inspección que deseamos buscar.
4. Presionamos el botón buscar, se mostrarán los resultados obtenidos. En caso de haber inspecciones, aparecerá un mensaje diciendo “No se encontraron inspecciones”.
5. Seleccionamos una opción de la lista de resultados obtenidos, lo que nos permitirá visualizar en detalle las actividades de inspección asociadas a la selección realizada.

Consultar inspecciones finalizadas.

1. Regresamos a la pantalla principal “Inspección de control de construcción”
2. Seleccionamos la opción “Inspecciones finalizadas”
3. Completamos los campos correspondientes al rango de fechas, especificando la fecha en la que se llevó a cabo la inspección que deseamos buscar.
4. Presionamos el botón buscar, se mostrarán los resultados obtenidos. En caso de haber inspecciones, aparecerá un mensaje diciendo “No se encontraron inspecciones”.
5. Seleccionamos una opción de la lista de resultados obtenidos, lo que nos permitirá visualizar en detalle las actividades de inspección asociadas a la selección realizada.

ANEXO F. Tabulación de taller práctico.

Eficacia				Eficiencia					
Total de tareas intentadas	Tareas completadas	Objetivos completados	Errores en una tarea	Tiempo taller (min)	Tiempo tareas promedio (min)	Relación exp	Objetivos alcanzados	Nro. Quejas	Confianza (al menos una queja)
18	18	100.0%	0	29	1.6	93.7%	5	0	0
18	18	100.0%	0	31	1.7	88.2%	5	0	0
18	18	100.0%	0	31	1.7	88.2%	5	0	0
18	17	94.4%	2	36	2.0	75.0%	4	1	1
18	18	100.0%	1	34	1.8	78.9%	5	0	0
90	89	98.8%	3	161	8.8	84.7%	24	1	1

valores de un usuario experto

18	18	100%	0	27	1.5	100%	5	0	0
----	----	------	---	----	-----	------	---	---	---

ANEXO G. Tabulación de encuesta SUS.

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
5	2	4	2	5	1	5	2	5	2
5	1	5	1	4	1	5	1	4	1
4	2	4	2	3	2	4	2	3	2
5	2	5	1	5	2	4	1	4	1